

题目编号：DG-202602

基于四足机器人的危险源自主搜索与识别技术比赛方案

一、发榜单位

西南技术物理研究所

二、题目名称

基于四足机器人的危险源自主搜索与识别技术

三、题目介绍

随着工业生产、应急救援、核生化侦检等领域的快速发展，利用智能无人系统替代人员进入高温、高压、有毒、辐射及塌方等高危未知场景执行搜索与识别任务，已成为保障人民生命财产安全、提升作业效能的迫切现实需求，也是我国在应急安全及国防特种应用领域核心战略布局。

未知的高危场景，例如化工厂泄漏或火灾后的内部环境、地震塌方或爆炸后的建筑废墟等，通常具有先验知识缺失、地形非结构化、动态干扰强、卫星导航信号拒止等特点，对移动无人平台的环境适应性、感知鲁棒性与决策自主性构成了严峻挑战。四足机器人凭借其卓越的非结构化地形通过能力与运动灵活性，被视为深入极端危险区域执行作业任务的理想无人平台。然而，现有四足机器人在完全未知且动态变化的环境中，仍面临着无图条件下自主探索导航稳定性不足、非结构化复杂

环境中危险源（如泄漏化学品容器、明火、建筑结构破损等）搜索识别与定位困难、无人平台自主任务规划决策能力薄弱的问题，严重制约了四足机器人在现实世界中的应用。

因此，本题目面向高危未知场景，开展四足机器人自主探索导航、危险源精确感知与智能识别一体化的技术研究，对于突破当前技术瓶颈、推动具身智能关键技术发展、提升我国在复杂危险环境下的应急响应与综合保障能力，具有重要的理论价值与紧迫的现实意义。

参赛队伍需基于主办方提供的四足机器人仿真平台，设计一套集成自主探索导航与危险源识别的算法系统。该系统需根据机器人搭载的多源传感器（如相机、激光雷达等）实时数据，进行环境理解与决策推理，从而实现在未知复杂环境中的高效自主探索导航，并同步完成对环境中危险源的精准识别与定位。

四、参赛对象

学生赛道：2026年6月1日以前正式注册的国内全日制非成人教育的普通高等学校在校专科生、本科生、硕士和博士研究生（不含在职研究生），以及全日制职业教育本科、高职高专在校学生，可通过学生赛道申报作品参赛。

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 所高等院校作为参赛主体提交申报。

五、答题要求

（1）作品提交要求

参赛者需提交一套完整的电子版作品方案，具体应包括以下五部分：

1. 详细技术方案报告（PDF 格式）：内容需涵盖系统总体架构设计、核心算法原理、仿真实验设置与结果分析、系统可行性及优势论述。报告应逻辑清晰、数据详实。

2. 项目答辩 PPT：答辩内容需涵盖项目简介、方案实施过程、主要创新点以及成果展示。

3. 核心代码或可执行仿真程序：提供关键算法源代码或可在 ROS-Gazebo、AirSim 等仿真平台运行的程序包。代码需附有详细的注释和运行环境说明，以证明技术路线的可实现性。必须包含自主探索导航、危险源识别定位等核心模块的演示。代码需附有详细注释和运行环境说明。

4. 自测试报告（PDF 格式）：基于仿真平台进行算法测试，给出仿真实验结果及其分析，形成完整的自测试报告。

5. 成果演示视频（可选）：提供不超过 5 分钟的讲解视频，展示仿真环境下的自主探索导航、危险源多模态智能识别定位等关键功能的运行过程与效果。

（2）作品考核过程

比赛的考核过程由测试验证和作品答辩两个阶段构成：

1. 测试验证阶段

参赛队伍需在主办方提供的仿真实验平台中开展一系列算法流程的仿真实验，在模拟的多层楼栋建筑中，利用四足机器人完成自主决策探索导航、危险源识别定位及返航操作。测试验证流程如下：

仿真场景初始化：四足机器人统一放置在同一出发点，在模拟的楼房中随机生成任意数目的危险源（危险源抽象定义为红色球体），参赛队伍不可对楼房模型、机器人出发点、传感器类型及危险源的随机生成过程进行修改；

自主探索导航：四足机器人从指定出发点出发，在模拟楼房场景中开展完全自主的探索。探索开始后，参赛队伍不得以任何形式对机器人进行遥控干预；机器人须依靠其搭载的传感器实时感知环境，并自主做出移动与路径规划决策，实现在未知复杂环境中的稳定探索与覆盖；

危险源识别定位：在自主探索导航过程中，参赛队伍需通过四足机器人自身传感器（激光雷达和可见光相机）对上述随机生成的危险源进行识别定位，确定危险源的相对三维位置坐标（坐标原点为机器人出发点），此过程应与自主探索导航过程同步进行，并且无人干预；

机器人返航：完成上述步骤后，四足机器人应返回出发点，结束仿真实验，按照指定格式输出危险源识别定位结果。

注：仿真平台在参赛队伍报名成功并完成资格审查后，由发榜单位比赛专班以 **ZIP** 压缩包附件形式提供给各队伍。以上测试验证流程需在提供的仿真平台中进行。

2. 作品答辩阶段

在参赛队伍正确、完整提交参赛作品后，组委会将组织初步筛选，择优选拔入围队伍进入作品答辩阶段。入围队伍须围绕项目整体方案、算法设计、测试结果分析等内容准备答辩 PPT，并进行现场汇报与专家问答。每支队伍答辩时间不超过 40 分钟，其中汇报 15 分钟，专家问答 25 分钟。

作品答辩采用线上形式。具体答辩时间由组委会专班人员与入围队伍沟通协调后确定。

线上答辩：采用网络会议方式进行。参赛队伍需按组委会规定时间内（具体安排另行通知）全员进入线上会议室，仿真结果演示可通过共享屏幕在线操作方式进行，答辩全程开启摄像头。答辩前参赛队伍须确保网络信号稳定、答辩环境无干扰，以保障答辩阶段的顺利进行。

注：上述作品考核过程由组委会邀请公证/纪检机构全程监督评审。

六、作品评选标准

为确保评审的客观性与公正性，作品将从以下三个维度进行综合考核，总分 100 分。具体标准如下：

（1）创新性（满分 25 分）

重点考察参赛队伍在未知环境自主探索导航、危险源识别定位等核心环节的原创性。

分值	评分依据
22-25 分	特大创新：在自主探索导航策略、危险源多模态识别定位等至少一个方面提出具有突破性的新方法，技术路线显著区别于现有方案。
18-21 分	较大创新：对关键环节进行了有效改进或优化，思路清晰，具有明确优势。
15-17 分	一般创新：合理集成现有技术，可完成基本任务流程，创新性一般。
15 分以下	无创新：未能完成基本的任务流程。

（2）技术实现与系统性能（满分 50 分）

重点考察技术方案的合理性与工程可实现性。核心模块的设计是否考虑了计算效率与资源约束，感知方案是否具备实操性，仿真验证是否充分可靠。

1. 环境探索效率（15 分）

指标评价	计算方式	分值
平均探索时间 (15 分)	定义：机器人在规定区域内完成全覆盖探索并返回出发点所需的平均时间。 判定标准：在多个内部结构	平均耗时 ≤ 600 秒：得 15 分； 平均耗时 > 600 秒：每增加 60 秒扣 1

	<p>不同的模拟场景中分别进行测试。机器人需从指定起点出发，自主探索全部可通行区域后返回起点。</p> <p>计算：记录每个场景的探索耗时（单位：秒），取多个场景耗时的算术平均值作为最终成绩。</p>	分，扣完为止（最低 0 分）。
--	--	-----------------

2. 危险源搜索效率（22 分）

指标评价	计算方式	分值
危险源识别概率 (14 分)	<p>定义：系统正确识别并定位的危险源占场景内危险源总数的比例。</p> <p>判定标准：计算正确识别危险源位置与真值之间的欧几里得距离，距离误差$\leq 5\%$则将该危险源视作正确识别并定位。</p> <p>计算：（正确识别并定位的危险源数量）/（场景内危险源总数）$\times 100\%$</p>	<p>$\leq 60\%$：得分 = 0；</p> <p>$> 60\%$：得分 = $14 \times$ 识别概率（计算小数点后 2 位）。</p>
危险源虚	定义：系统错误报警的次数	$\leq 10\%$ 得 8 分，每增

警率 (8分)	<p>占总报警次数的比例。</p> <p>判定标准：系统将其判定为危险源的目标，经核实后为非危险源。</p> <p>计算：（错误报警的危险源数量）/（系统报警的危险源总数）×100%</p>	加 5%扣 1 分，扣完为止（最低 0 分）
------------	---	------------------------

3. 系统鲁棒性与代码质量（13 分）

指标评价	计算方式	分值
运行稳定性 (9分)	在仿真测试过程中系统是否出现崩溃或人为干预。	<p>稳定运行（5-9分）</p> <p>其他（0-5分）</p>
代码规范性与可复现 (4分)	代码结构清晰，注释完整，依赖明确，可通过主办方代码测试运行。	<p>规范且可复现（4分）</p> <p>可复现但不规范（2-4分）</p> <p>不可复现（0分）</p>

（3）应用价值与工程完备性（满分 25 分）

重点考察方案解决实际问题的潜力、系统整体性能及文档完成度。

分值	评分依据
17-25 分	技术报告详实，涵盖设计、实验、分析全

	流程，方案切合主题，深入讨论了算法流程、算力约束等工程实践问题，具备清晰的实物迁移路径。
13-16 分	文档完整，数据充足，对实物工程化具有一定考虑。
10-12 分	材料齐全，但深度不足，工程化考虑较少。
10 分以下	文档缺失，缺乏基本的系统设计。

注：以上评审标准最终解释权归组委会及发榜单位所有，发榜单位在初审阶段将组织评审专家组，并邀请纪检全程监督评审。在参赛作品初审阶段中，依据测试验证和作品答辩的总分从高到低确定最终入围终审擂台赛的晋级作品和团队，入围团队数量视报名团队数量而定。

七、作品提交时间

2026 年 5 月至 9 月上旬，各参赛团队选择榜单中的题目开展研发攻关，各高校、企业、科研机构等组织协调机构应组织学生和青年科技工作者参赛，完成参赛资格审查，安排专业人员给予指导，为参赛团队提供支持保障。

2026 年 9 月 15 日前，各参赛团队要向发榜单位完成作品提交，具体要求详见本方案第八点第（二）款，并严格遵照发榜单位明确的提交规范执行。

2026 年 9 月 30 日前，由发榜单位完成初审，确定入围终

审擂台赛的晋级作品和团队。

2026 年 10 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。

2026 年 11 月，组织终审擂台赛，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 www.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 2026 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

参赛团队需通过线上和线下双路径提交参赛作品，线上线下载提交内容须保持一致，且两种提交方式均完成后，方视为有效提交，逾期未完成或提交材料不全者，将不予受理。

1. 通过邮件提交参赛材料（线上形式）

申报作品统一打包压缩提交至指定邮箱，邮件主题与压缩包命名请保持一致，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-邮箱（例如：XX 大学-张 XX-

XX 方案-手机号-邮箱)。若因压缩包文件过大或其他原因不便通过邮件提交,请及时通过作品提交邮箱沟通说明,我们将协助参赛队伍采用其他合适方式完成线上提交。

作品提交邮箱: jingsai_info@163.com。

作品提交联系人: 郭老师, 18807203242。

2. 通过邮寄形式提交参赛材料(线下形式)

邮寄形式须包含光盘与纸质原件(邮寄运输费用由参赛队伍自行承担), 邮寄材料具体要求如下所示:

(1) 光盘形式: 参赛团队将作品刻录成一次性光盘的形式进行提交, 光盘表面清晰标注所在单位-姓名-联系方式, 同时需将光盘放入硬质塑料盒(如标准 CD 盒), 再用气泡膜或泡沫填充包裹, 避免运输中碎裂。

(2) 纸质原件: 参赛团队向发榜单位提交作品时, 一并提交 1 份报名系统中审核通过的参赛报名表(所有信息须与系统中填报信息严格保持一致)。

务必选择提供追踪服务的快递公司(如顺丰、EMS)进行邮寄。如有实物作品同样采用邮寄的方式提交。

邮寄地址: 郭老师, 18807203242, 四川省成都市双流区川大路一段 56 号西南技术物理研究所。

九、赛事保障

本单位为此次比赛组建技术保障团队, 技术保障团队由出题单位专家和优选行业专家组成, 解答参赛队伍关于仿真测试、

技术方案的疑问。

对于参加本项目的参赛团队，本单位可以根据团队的实际需求，在技术交流、参观应用现场、专业指导以及其他项目必需条件等方面提供帮助。

参赛过程中，参赛团队如需本单位提供与项目相关的其他必要帮助，请提前与指导团队联系，我们将在许可范围内给予参赛团队帮助。

十、设奖情况及奖励措施

1. 设奖情况

本赛题仅面向学生赛道，评选出"擂主"1队，特等奖（不含"擂主"）4队，一等奖5队，二等奖5队，三等奖5队。

2. 奖励措施

本赛题仅面向学生赛道，奖励标准为：

擂主 10 万元/队；特等奖 2 万元/队；一等奖 1 万元/队；二等奖 0.5 万元/队；三等奖 0.2 万元/队。特等奖和一、二、三等奖最终授奖数量视作品申报数量和质量动态调整。

特等奖、一等奖获奖团队核心成员将优先获得本单位实习机会；获奖团队均有机会获得由本单位提供的应用场景参观、实践调研、产学研合作机会；

成果优先服务于发榜单位技术需求，如出题单位判定研究成果可直接支撑单位相关工作，根据参赛团队意愿，可与本单位签订成果转让协议，金额由双方协商确定。成果转让后，参

赛团队研究成果归出题方所有，参赛团队不能将转让后的成果用于其它商业活动。

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 3 个月内，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

1. 专家指导团队

顾问专家：姜老师，联系电话：13320984684

顾问专家：陈老师，联系电话：15196611181

顾问专家：崔老师，联系电话：17380053669

顾问专家：郭老师，联系电话：18807203242

顾问专家：李老师，联系电话：15982237509

顾问专家：杨老师，联系电话：18123282379

负责比赛期间技术指导保障。

2. 赛事服务团队

联络专员：郭老师（作品提交），联系电话：
18807203242

联络专员：童老师（赛务组织），联系电话：
18117907885

联络专员：高老师（赛务组织），联系电话：
13308040466

负责比赛期间组织服务及后期相关赛务协调联络。

3. 联系时间

比赛期间工作日（9:00-12:00，14:00-17:00）

附：发榜单位简介

西南技术物理研究所创建于 1958 年，隶属于中国兵器工业集团有限公司，为科研设计单位。现有职工 1800 余人，拥有国家级人才 6 人，兵器首席科学家 6 人，科技带头人 11 人，青年科技带头人 12 人。四川省级人才 16 人，成都市级人才 29 人，设有光学工程博士/硕士点与博士后工作站；主办中文核心期刊《激光技术》。

西物所斩获 40 余项国家级科技成果奖、200 余项省部级鉴定成果，创下中国激光史“五个第一”与装备领域多项第一，拥有完善的军工科研生产资质，是激光行业协会核心单位。

经过 60 余年的发展，已从激光基础研究和器件研制，发展成为以光电技术和制导技术为两大专业方向，在半导体器件、激光武器系统、激光应用、光电制导、光电对抗、光电信息等领域具有较强优势的科研生产机构，在国家和军队层面占据重要地位。