

题目编号：CS-202621

大型承压储罐爬壁式智能超声检测机器人 比赛方案

一、发榜单位

企业名称：湖南安卓特种设备科技有限公司

企业类型：民营企业

企业地址：湖南省长沙市岳麓区学士街道学士路 336 号湖南省检验检测特色产业园

二、题目名称

大型承压储罐爬壁式智能超声检测机器人

三、题目介绍

1. 题目背景

大型承压储罐是石油化工、能源储备、核电等行业的核心设备，长期在高温、高压、强腐蚀工况下运行，焊缝作为结构薄弱环节，易产生裂纹、气孔、未熔合等缺陷，一旦失效将引发泄漏、爆炸等重大安全事故。传统检测依赖人工攀爬、搭建脚手架作业，不仅面临高空坠落、介质中毒等高危风险，还存在检测效率低、结果受人为经验影响大、数据可追溯性差等问题。为推动承压设备检测向智能化、数字化转型，提升缺陷检出精度与检测过程规范性，亟需开发大型承压储罐焊缝的自动

化检测技术。

现有爬壁超声检测机器人已经初步走向工程化应用，然而对于大型承压储罐等高危复杂场景，现有技术在复杂工况适配、智能化以及检测精度等方面存在瓶颈。大型承压储罐表面通常存在焊缝凸起、表面锈蚀、涂层接缝等常见障碍，影响机器人的爬行稳定性和检测过程中探头与焊缝的精准贴合，进而影响检测效果；大型储罐结构复杂、焊缝类型多样，单一超声检测手段无法满足检测精度与可靠性需求；大型罐体尺寸大，在检测作业时易导致有线爬壁机器人负载过大，严重限制作业距离。

2. 目标介绍

针对以上问题，本题目围绕大型承压储罐焊缝的自动化检测，以爬壁机器人为载体，融合了焊缝多模态超声波检测成像、焊缝光学跟踪及运动控制、远程控制及数据无线传输、AI缺陷识别与评估等技术，可替代人工在储罐内外壁完成焊缝自动扫查，通过视觉或激光手段跟踪焊缝实现越障和路径规划，精准识别并定量评估裂纹、气孔、夹渣等内部缺陷，可广泛服务于石油化工、能源储备、煤化工等行业的在役/新建储罐安全检测，显著提升检测效率、一致性与人员安全性，是保障大型承压设备长周期安全运行的关键技术之一。

本次赛事，期待汇聚来自机械工程、电子信息、仪器科学与技术等不同领域的青年科研人员和青年学生的智慧，开展大型承压储罐典型工况下的爬壁式超声检测机器人技术研发，性

能指标达到行业先进水平，打破现有检测技术对大型复杂曲面结构的适配局限，推动大型结构无损检测技术的升级迭代，为重大装备结构安全运维提供技术与装备保障。

3. 选题意义

本题目围绕大型承压储罐焊缝的自动化检测，以爬壁机器人为载体，融合了焊缝超声波检测成像、焊缝光学跟踪及运动控制、远程控制及数据无线传输、AI缺陷识别与评估等技术，可替代人工在储罐内外壁完成焊缝自动扫查，通过视觉或激光手段跟踪焊缝实现越障和路径规划，精准识别并定量评估裂纹、气孔、夹渣等内部缺陷，广泛服务于石油化工、能源储备、煤化工等行业的在役/新建储罐安全检测，显著提升检测效率、一致性与人员安全性，是保障大型承压设备长周期安全运行的关键技术之一。

大型承压储罐是石油化工、能源储备、核电等行业的核心设备，长期在高温、高压、强腐蚀工况下运行，焊缝作为结构薄弱环节，易产生裂纹、气孔、未熔合等缺陷，一旦失效将引发泄漏、爆炸等重大安全事故。传统检测依赖人工攀爬、搭建脚手架作业，不仅面临高空坠落、介质中毒等高危风险，还存在检测效率低、结果受人为经验影响大、数据可追溯性差等问题。开发大型承压储罐焊缝的自动化检测技术，可以推动承压设备检测向智能化、数字化转型，提升缺陷检出精度与检测过程规范性，为重大装备结构安全运维提供技术与装备保障。

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、科研院所或企业等作为参赛主体提交申报。

五、答题要求

参赛者需要围绕大型承压储罐爬壁式智能超声检测机器人技术进行研究攻关，并提交完整的技术方案，方案应具备科学性、创新性和可行性，并以成果报告（作品文档材料，超声成像程序，相关佐证材料）形式呈现，具体要求如下：

1. 提交的技术方案应针对大型承压结构焊缝在制造和服役过程中出现的缺陷，形成具有高精度、智能化、可远程控制、具备一定自主能力的爬壁机器人缺陷超声检测与评估方案。方案应突出技术创新性，可实现曲面自动扫查，可爬升高度 ≥ 50 米，无线控制距离 ≥ 100 米，缺陷定位精度 $\pm 5\text{mm}$ ，定量精度 $\pm 5\%$ 。

2. 提交大型承压储罐焊缝超声检测成像程序，程序应具备超声相控阵与 TOFD 成像功能，程序需已经调试完毕并可正常

运行生成结果，提供程序说明书与程序代码。

3. 进行系统性分析，评估采用该技术后大型承压储罐焊缝的无损检测提升效果，并对其在工业无损检测领域的应用前景进行详细分析，确保系统具有良好的工程实施性与环境适应性。同时，分析技术在不同工业领域中的经济效益与技术可行性，探讨其在提高生产效率、降低成本等方面的潜力。

4. 提交的成果报告应图文并茂，形式规范、逻辑合理。所提交作品及相关材料应为团队原创，杜绝人工智能代写、剽窃、伪造。成果报告应全面详细地阐述技术方案的核心思想、实施步骤及应用效果，且内容清晰、结构严谨，并提供充分的佐证材料，如实验数据、相关专利、论文及获奖证明等。

5. 所有参赛团队须根据大赛整体时间安排，确保在截止日期前提交完整的作品。作品需符合赛事及企业要求，具有可实施性、前瞻性和实践意义。

六、作品评选标准

本选题本次比赛围绕大型承压储罐爬壁式智能超声波检测机器人技术，对参赛作品的科学性、创新性、可行性及工程应用价值进行全面评估。作品评选将从以下四个核心维度进行评分，满分 100 分：

1.技术创新性（30 分）

评分将基于参赛作品是否在大型承压结构焊缝缺陷自动化超声检测机器人方面提出独创性技术，是否在智能化、检测精

度、环境适应性等方面较现有技术有显著提升，及其是否结合新一代信息技术与先进无损检测理论提升检测能力。

2.方案可行性与工程应用价值（30 分）

评分将评估技术方案的可实施性，是否能适应实际工业环境，并具备一定的产业化潜力。还将考虑是否解决了实际工业现场环境干扰的问题，且具有一定的工程应用价值。

3.结果验证与性能表现（25 分）

评分将基于方案是否经过实验或仿真验证，验证方法是否严谨，无损检测精度、稳定性和抗干扰性是否符合预期目标，超声成像程序能否呈现清晰的焊缝缺陷图像，并通过数据分析和实验结果证明方案的有效性。

4.报告质量与展示效果（15 分）

评分将依据技术报告的结构清晰度、逻辑合理性、表达准确性，及附带的代码、实验数据、仿真结果等材料的完整性与清晰度，确保其有助于评估方案的有效性。

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，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

参赛作品统一打包压缩提交至邮箱 hnaztj@163.com，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-张三-XX 方案-手机号)。同时，各参赛团队在提

交作品时，同步报送 1 份经报名系统审核通过的参赛报名表，报名表所有信息须与系统内填报内容完全一致。

九、赛事保障

湖南安卓特种设备科技有限公司可为参赛者提供以下支持，以帮助团队更好地理解行业需求、优化技术方案，并提高方案的可行性和工程应用价值：

1.实践调研与应用场景支持。如参赛者有需求，可开放企业生产现场及相关无损检测设备，供团队开展调研，了解大型承压储罐无损检测的实际场景。

2.实验条件与技术资源。参赛者可申请使用部分无损检测设备或相关测试平台，以支持实验研究和方案验证。

3.成果转化与合作。对方案优秀且具备产业化前景的团队或个人，企业可视情况提供进一步的合作机会，包括技术孵化、工程应用测试等。参赛团队可申请技术交流机会，以促进科研成果与产业应用的结合。

十、设奖情况及奖励措施

1. 设奖情况

本题目只设学生赛道。

根据评分规则综合评定参赛队伍。本榜题评出“擂主”1 个，特等奖 5 个，一、二、三等奖各 5 个。最终授奖数量可视作品申报数量和质量情况动态调整。

2. 奖励措施

本单位将结合项目实际，拟奖励“擂主”10 万元；奖励特等奖每支队伍 2 万元；奖励一等奖每支队伍 1 万元；奖励二等奖每支队伍 0.5 万元；奖励三等奖每支队伍 0.2 万元。

“擂主”可申请湖南安卓特种设备科技有限公司暑期科研实践或工程实习，优先进入高端制造技术研发团队，表现优秀者可获得求职“绿色通道”，简化招聘流程，择优录用，同时可申请技术孵化支持，推动研究成果产业化。

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

1. 专家指导团队

顾问专家：高老师，联系电话：15973181694

2. 赛事服务团队

联络专员：潘老师，联系电话：15907311308

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（9:00-17:00）

附：发榜单位简介

安卓特检成立于 2013 年 6 月，注册资本 3750 万元，拥有 1215 平方米的办公面积。公司固定资产总值超过 3000 万元，仪器设备总值逾 1000 万元。2016 年 3 月，公司荣获原国家质量监督检验检疫总局颁发的《中华人民共和国特种设备检验检测机构核准证》（综合检验机构甲类）。2024 年 12 月，公司再度通过延续及增项核准，获得由国家市场监督管理总局颁发的《中华人民共和国特种设备检验检测机构核准证》（甲类检验机构 A2 级），证书编号为 TS7II10011-2028。公司获准在全国范围内从事锅炉检验（GD2）、固定式压力容器检验（RD1）、压力管道检验（DD2、DD3）、移动式压力容器检验（RD5）、电梯检验/检测（TD1）、起重机械检验（QD1）、场（厂）内专用机动车辆检验（ND1）、无损检测等技术服务。公司在市场占有率、品牌建设、技术力量等多方面均处于行业领先地位，得到了全国大部分市场监管部门的认可。同时，公司积极与科研院所及长沙理工大学等知名高校合作，致力于科研项目研发和技术创新。公司业务覆盖全国 13 个省份，设有 30 余家分公司，服务足迹遍布全国主要城市，始终秉持“依法、公正、安全、卓越”的质量方针，为特种设备安全事业贡献力量。