

人工智能与智能机器人技术应用

（工业无损检测）挑战赛规则

一、项目简介

1、赛事背景

随着工业 4.0 的深度推进和“中国制造 2025”战略的全面落地，工业无损检测（NDT）作为保障高端装备质量与安全的核心技术，已成为智能制造体系的“隐形守护者”。截至 2025 年，我国制造业增加值占 GDP 比重突破 30%，但工业设备因材料缺陷导致的故障损失仍高达千亿元级。以核能、航空航天、新能源等领域为例，复杂构件内部微米级裂纹或焊接缺陷可能引发系统性风险，传统检测手段在效率、精度和智能化水平上面临严峻挑战。

2025 年，国务院《智能制造高质量发展行动纲要》明确将无损检测列为“工业强基工程”重点领域，要求关键领域检测自动化率超 80%，缺陷识别准确率提升至 98%以上。当前，AI 驱动的无损检测技术已形成全链条创新：基于深度学习的超声相控阵系统可实时解析复杂缺陷模式，工业 CT 的微米级三维成像技术为增材制造部件提供全生命周期质量监控，而光学相干断层扫描（OCT）等新兴技术则在新能源电池焊接检测中实现“零破坏”精准控深。例如，上海某航天企业通过 AI 辅助的射线检测系统，将火箭发动机涡轮盘检测效率提升 4 倍，误判率降至 0.5%；深圳光越科技的 Odinopti 设备则通过 OCT 技术，使新能源汽车电池焊接熔深一致性提升 90%，不良品率下降至 0.1%。

然而，行业仍面临三大瓶颈：核心传感器依赖进口（如高端超声探头进口占比超 60%）、复合型人才缺口（预计 2025 年达 10 万人）及中小型企业技术落地成本高企。为此，国家发改委联合工信部启动“NDT 技术攻坚专项”，推动国产化设备研发与标准化体系建设，并通过职业技能竞赛加速高技能人才培养。

本届赛事以“智能检测·匠心护航”为主题，聚焦“缺陷智能识别”“多模态检测融合”“工业机器人协同作业”三大赛道，模拟核电站压力容器焊缝检测、航空发动机叶片疲劳裂纹筛查等真实场景，要求选手通过编程控制视觉机械臂、多频涡流

仪等设备，完成从数据采集、算法优化到缺陷分类的全流程任务。赛事旨在以赛促研，破解“卡脖子”技术难题，为全球工业安全提供中国智慧。

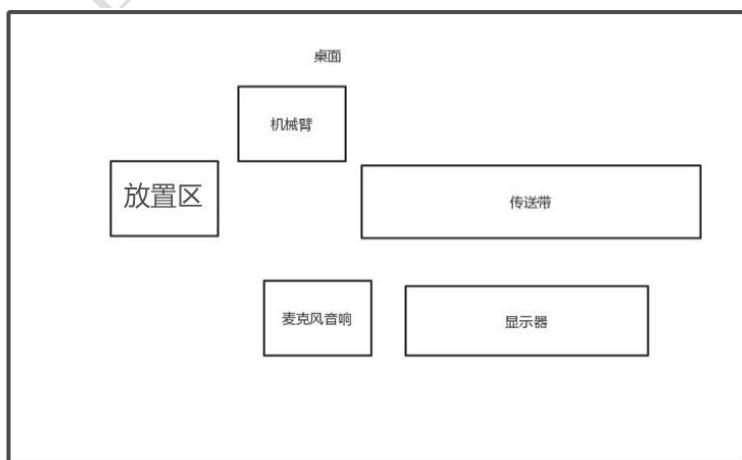
2、赛项简介

人工智能与机器人技术应用——工业无损检测创新赛项以智能制造场景为原型，聚焦高端装备制造中的质量保障需求，模拟核电站压力容器焊缝检测、航空发动机叶片裂纹筛查等真实工业场景，以 AI 驱动的无损检测技术为核心，结合多模态感知与自动化控制技术，要求参赛者通过编程实现缺陷智能识别、数据融合分析及机械臂协同作业，完成从图像采集、算法优化到缺陷分类的全流程任务。旨在培养青少年对工业安全的技术敏感度，提升其工程思维、算法设计能力及跨学科整合能力，推动无损检测技术向智能化、精准化、高效化发展，为“制造强国”战略输送复合型技术人才。

竞赛套件包含一台机械臂、一个人工智能开发板、一台工业相机、一条传送带等设备，通过编程的方式去识别物料并控制机械臂完成整个竞赛任务。

二、比赛场地

比赛需要场地，场地由主办方提供，场地的尺寸大小:1000*1500mm。



场地示意图



设备实际效果图

三、竞赛机器人

1、参赛机器人的功能要求

参赛机器人具有语音识别与解析、物料抓取与搬运、目标位置识别与分类、深度学习等，必须全自助运行，不得通过任何方式遥控或者人为干预机器人的运行。

2、参赛机器人电控要求主控电路(人工智能开发板)采用嵌入式解决方案，实现目标的自动识别与分类、语义识别与解析、动作路径规划、模型自主训练，机器人中机械臂、机器视觉、语音、主控电路等须符合附件一《核心设备主要技术要求》相应技术标准。

3、参赛机器人机械结构比赛开始后，机械臂的末端夹具可根据实际情况自行设计，机械臂工作的范围必须在场地范围内。

4、检测识别对象为各种常见的螺母螺帽与 PCB 板。

附件一核心设备主要技术要求

序号	产品名称	参数描述
1	四轴智能机械臂单元	轴数: 4 最大负载: 500 g 工作范围: 320 mm 重复定位精度: 0.2 mm

		通信接口: USB \ WiFi \ Bluetooth 软件: 自主开发 Studio、Repetier Host、Grblcontroller3.6、Blockly (图形化编程) SDK: 提供 Dobot 通信协议与 Dobot 函数库 控制器: 集成控制器 机械臂安装: 桌面
2	人工智能开发板单元	显存: 4GB 64 位 LPDDR4 内存 存储: Micro SD 卡槽(支持至少 16G 内存 TF 卡插入使用) 摄像头接口: 2 个 MIPI CSI-2 DPHY 通道 连接: 千兆以太网, M. 2 Key E 显示: HDMI 和 DP USB: 4 个 USB3. 0、USB2. 0 Micro-B 其它: GPIO、I2C、I2S、SPI、UART
3	麦克风单元	指向性: 全指向 信噪比: ≤50dB 灵敏度: -58±2dB
4	音响单元	声道: 2.0 立体声 输出功率: 3W
5	USB 扩展器	传输速度: 5Gbps 端口数: >=4
6	USB 声卡	USB 免驱声卡, 音频采集和播放
7	显示器单元	屏幕尺寸: 24 英寸 接口类型: HDMI VGA DC USB 3.0 音频 分辨率: 1920*1080 (全高清)
8	物料盒单元	尺寸: 9.8*11.6*13.6cm
9	传输带单元	运行负载: 500 g 有效运载长度: 600 mm
10	传感器单元	感应距离: 80CM 可调
11	工业视觉套件	分辨率: 1292 (H) × 964 (V) 传感器: 1/3", Global Shutter Sharp RJ33J CCD 像素尺寸: 3.75 μm × 3.75 μm 光谱: 黑白 / 彩色 曝光时间: 20 μs ~ 1s

四、比赛

(一) 抽签

1. 轮次抽签

对所有参赛队伍进行数量统计，确定队伍数量后根据场地数量进行抽签，如有四个比赛场地则一轮抽取四支参赛队伍。将所有参赛队伍分成第一组，第二组，第三组等等。

2. 场地抽签

各组按照位次抽签后的顺序进入比赛场地然后进行抽取操作试验台决定操作场地。例如某支队伍抽到顺序为 1，则被安排到统一标记为 1 号的试验台场地进行比赛。

3. 任务卡抽签

此抽签分为待识别的机加工件和 PCB 板抽签。每只参赛队伍只允许派一名代表队员进行现场抽签，在机加工件中抽取 8 种机加工件，在 PCB 板中抽取 3 个 PCB 板，其中一块是正常的，另外两块 PCB 板上一共给出 4 处缺陷。

（二）场地设备搭建

场地设备搭建时间为 10 分钟，当设备搭建完成后，参赛队员应立即停止并示意裁判搭建完成，并由裁判记录设备搭建时间。10 分钟设备搭建时间结束后，裁判下达统一命令后开始进行后续操作。（搭建标准最终保证设备能稳定运行且不少零部配件即可。）

（三）调试与比赛

调试与比赛时间原则上为 90 分钟，任务物料数量为 11 个（机加工件 8 个，PCB 板 3 块）。参赛队伍做好准备后(即完成设备搭建)示意裁判可以进行调试与比赛，裁判随即开始计时。调试开始后参赛队伍根据抽签的结果进行图片的采集，训练程序的编写以及整套设备的联动调试，完成后进行缺陷检测正式比赛。调试完成后展示结果时，任何人原则上不得接触竞赛机器人平台，包含机械臂、传送带、工业视觉、显示屏、物料盒、人工智能开发板、音响、鼠标等，违者将取消比赛资格。但下列情况除外：

1、 机加工件分类与 PCB 板分类功能切换的时候，允许通过鼠标点击显示器上软件实现分类功能切换；

若在 90 分钟之内所有调试编程提前完成，可示意裁判已完成。裁判按下时间暂停键进行时间记录并检验起结果。90 分钟时间结束后，所有人停止操作，离开竞赛机器人平台，等待裁判检验结果核实打分。（注意：裁判记录完时间后选手不得再进行调试，等待裁判检验方可进行启动）。

（四）特殊说明

若在工业检测比赛过程中出现机器人平台故障的情况下可向裁判示意，申请进行重启。申请重启的队伍将扣除 10 分（注意：重启过程中时间不暂停，若未向裁判示意，私自重启则取消比赛资格）。

（五）排名

以裁判计算有效的最终得分，按得分高低进行比赛排名。若得分相同，则调试时间较短者，排名靠前。

（六）计分规则

1. 场地设备搭建过程中，搭建的结果符合组委会提供的竞赛机器人平台标准。在(0, 5]分钟内搭建完成可得 5 分，(5, 10]分钟内搭建完成可得 3 分，超过 10 分钟不得分。

2. 物品在运输过程中不允许人为干预（触碰），若人为干预则警告一次，若仍未听取裁判警告则取消该参赛队伍的比赛资格。

3. 本次比赛涉及到检测函数编写，每实现一个大赛要求的功能得 5 分。

3. 在比赛过程中，在物品识别区每个机加工件（PCB 板）成功识别并正确分类得 8 分、正常 PCB 板识别正确得 4 分，有缺陷的 PCB 板每检测出一个缺陷得 3 分，共 16 分。（注意：每个物品只允许识别一次）

4. 机加工件（PCB 板）正确识别后通过机械臂进行运输，若未能运输到物料盒内则不得分。

5. 若在比赛过程中出现机器人平台故障的情况下可向裁判示意，申请进行重启，申请重启的队伍将扣除 10 分。

6. 若在比赛过程中机加工件（PCB 板）累计超过 6 次未能识别成功，则取消该参赛队伍的比赛资格。

备注：若以上规则无法判断得分情况的，则该项不得分

五、其他

1. 竞赛赛制

- (1) 比赛前进行抽签决定比赛位次。
- (2) 每轮比赛开始前现场抽取该轮比赛任务卡，各参赛队根据任务卡编程调试并完成竞赛任务。
- (3) 各参赛小组按绩高者排名靠前。若得分成绩相同则按照比赛总用时排名，总用时少者排名靠前。如果用时也相同则加赛一场，以最终加赛的成绩为准。
- (4) 最终比赛一等奖占比 10%、二等奖占比 20%，三等奖占比 30%。
(暂定，以四川省大学生竞赛组委会官方公布为准)

2. 搭建、编程与调试

- (1) 搭建机器人竞赛平台，赛前调试可以在抽签分组后进入比赛场地进行（编程可在之前准备完成）。
- (2) 参赛队伍的参赛选手经检录后方能进入候场区，裁判员有权对参赛队伍携带的器材进行检查，所用器材必须符合大赛组委会相关规定与要求。
- (3) 参赛队伍应自带维修工具、替换器件、备用设备等，不允许携带手机等通信设备。参赛选手在比赛区不得上网下载任何程序，不得以任何方式与指导教师联系。
- (4) 赛场采用日常照明，大赛组委会不保证现场光照绝对不变。随着比赛的进行，现场的照明情况可能发生变化，对这些变化和未知光线的实际影响，参赛选手应自行适应或克服。允许参赛选手采用打伞遮光或者手电筒补光等操作。
- (5) 组委会提供统一的比赛赛台，尽量保证比赛赛台的平整，但不排除赛台褶皱等情况出现。参赛队伍需自行适应赛台环境，不允许申请更换赛台。
- (6) 进入比赛区后，现场裁判将统一启动正式调试时间。调试时间内，参赛选手必须有秩序、有条理地调试竞赛机器人及准备，不得通过任何方式接受指导教师的指导，不遵守秩序的参赛队伍可能受到警告或被取消参赛资格。

3. 赛前准备

- (1) 进场检录时，参赛选手需携带所有参赛设备（包括所有备用设备），在工作人员带领下进入比赛区。比赛期间不可与外界更换参赛设备。检录结束后 5 分钟内未到场的参赛队伍将被视为弃权。
- (2) 进入比赛区后，原则上每组都有 10 分钟的设备搭建时间。待设备搭建完成后，向裁判示意记录时间，裁判检查搭建情况是否符合竞赛机器人平台要求，参赛选手等待裁判指令。裁判对不符合要求的机器人竞赛平台按不得分处理，未得到裁判指令前，参赛选手不得进行设备调试或再次搭建，否则取消比赛资格。

（3）在调试时间开始前，参赛选手应自行检查设备问题。90 分钟的调试与比赛内，若调试期间遇设备故障，可申请工作人员进行排查，也可申请更换备用器材，但不会因此增加额外的调试与比赛时间。完成调试的队伍，可示意裁判进行比赛。

（4）比赛期间参赛选手不允许擅自离开比赛场地，如需去洗手间，则应主动向裁判申请，待裁判同意后，须由志愿者或者工作人员陪同进出赛场。

4. 比赛启动

（1）裁判员确认参赛队伍已准备好以后，将发出“3、2、1 开始”的倒计时启动口令。随着倒计时开始，参赛选手可以对该项目经行系统调试编程和数据采集，听到“开始”命令的第一个字起，参赛选手可以接触设备进行操作。

（2）在裁判员发出“开始”命令前启动竞赛机器人平台将被视为“误启动”并受到警告或处罚（计一次重启并扣 10 分）。

（3）调试完成后，正式比赛开始竞赛机器人平台一旦启动，就只能受平台自带的程序控制。除重启的情况外，参赛选手不得接触设备（在机加工件识别结束后，可操作显示屏进行 PCB 板的识别）。

（4）启动后的竞赛机器人平台后如因速度过快或程序错误将所携带的机加工件抛出场地，该物品不得手动取出。

（5）调试完成后，正式开始比赛后，禁止参赛队伍靠近和接触比赛设备，禁止干扰传感器的运行与检测，如因参赛队员靠近和干扰了传感器而产生争议，将取消该队伍的比赛成绩。

（6）正式比赛过程中，若由于意外原因导致使用公共电源的参赛队伍出现断电的情况，可由裁判进行仲裁决议。

5. 重启

（1）当竞赛机器人平台在正式比赛启动后 2 分钟内出现故障不能正常完成比赛任务时，可向裁判申请唯一的重启机会，并由裁判决定申请是否通过。申请重启的队伍将在总分中扣除 10 分，且计时时间不停止。

（2）每支参赛队伍仅有一次的重启机会。

6. 比赛结束

（1）每场调试和比赛的时间原则上为 90 分钟。

（2）参赛队伍在完成一些任务后，如不准备继续比赛或完成所有任务后，应向裁判员举手示意，裁判员据此停止计时，作为比赛用时予以记录，结束比赛。否则，

等待裁判员的终场哨音。

（3）裁判员吹响终场哨音后，参赛选手应立即停止比赛不得再与场上的任何物品接触。

（4）裁判员填写记分表并告知参赛选手得分情况，且由参赛选手代表签字确认以完成比赛计分。

（5）裁判与参赛选手进行计分确认后，参赛选手必须在 20 分钟内将场地恢复到启动前状态，并立即将自己的设备搬回候场区。不听从工作人员指示强行占用场地的，将直接取消比赛资格。

7. 竞赛计分

（1）每场比赛结束后，按完成任务的情况计算得分。以裁判计算的有效最终得分，并按得分高低进行比赛排名。若得分相同，比赛时间较短者，排名靠前；若比赛时间也相同，则该队伍之间加赛一轮。

（2）单场竞赛总得分=得分-扣分项-重启

具体扣分说明如下：

设备搭建得分	1、在(0, 5]分钟内搭建完成可得 5 分 2、(5, 10]分钟内搭建完成可得 3 分 3、超过 10 分钟不得分。
加工件识别得分	在物品识别区每个机加工件（PCB 板）： 1、机加工件成功识别并正确分类得 8 分，共 64 分。正常 PCB 板成功识别并正确分类得 4 分，有缺陷的 PCB 板每检测出一个缺陷得 3 分。共 16 分。
PCB 板缺陷检测函数编写得分	每成功实现一个大赛要求功能得 5 分，共 10 分。
职业素养得分	共 10 分
其它项	1、申请重启的队伍将扣除 10 分
备注：若以上规则无法判断得分情况的，则该项不得分。	

8. 犯规和取消比赛资格

（1）参赛选手禁止携带手机、平板等通讯设备，以及任何辅助编程的纸质或者电子资料进入比赛区，违者将直接被取消比赛资格。

（2）机器自动运行过程中，参赛队员擅自接触赛台内的机器是犯规行为,将直接

被取消比赛资格。

（3）比赛过程中，参赛队员不得以言语挑衅、暴力威胁、肢体动作等方式干预其他队伍比赛，情节严重者直接被取消比赛资格。

（4）参赛选手不服从裁判员的指示，该参赛队伍将被取消比赛资格。

（5）参赛选手在未经裁判长允许的情况下，私自与指导教师或家长联系，该参赛队伍将被取消比赛资格。

（6）参赛队员的自带备用机应在检录时一同带入比赛场地，不允许从场外再带入相关的设备，违反规则的队伍将取消比赛资格。

（7）对于破坏比赛赛台的行为，如用手锤击赛台桌面、使用器械砸向赛台桌面、用脚故意踢赛台等行为，一经发现，一律取消比赛资格。

（8）比赛中参赛选手或者比赛设备一旦出现未严格执行规则规定的情况时，一律判处违规，直接取消比赛资格。

9. 其他说明

（1）比赛使用的整套设备由参赛队伍自行携带，比赛队伍之间不得相互借用机器。相互借用机器的队伍一经发现，将取消双方比赛资格。比赛现场出现设备损坏时，参赛队伍可以向组委会申请使用备用设备，但数量有限。

（2）未在规定时间内参加比赛视为弃权。

（3）比赛现场提供当规定时间内参加比赛的视地标准电源接口，如果参赛队需要任何电压或者频率的转换器，请参赛队自行准备。距离参赛队最近的电源接口可能距离参赛队的指定调试桌有一定的距离，请参赛队自行准备足够长的排插，同时在现场使用排插时请注意固定和安全。

（4）裁判有权不接受任何个人或团体的音视频资料。

（5）本规则说明是实施裁判工作的依据，在竞赛过程中裁判有最终裁定权。凡是说明中没有明确的事项由裁判组集体仲裁决议。

10. 特别说明

本次比赛需所有参赛队伍自行携带参赛设备。

六、技术支持

联系人：唐老师

联系电话：17738064051

赛事群聊：636734846

其他未尽事宜，组委会有最终的解释权。

四川省大学生机器人大赛

附件一：比赛评分表

参赛队伍名称：_____ 比赛日期：_____
 搭建用时：_____ 比赛调试用时：_____

机加工件识别得分							
项目	单项得分（8分/个）	项目	单项得分	总得分			
机加工件 1		机加工件 5					
机加工件 2		机加工件 6					
机加工件 3		机加工件 7					
机加工件 4		机加工件 8					
PCB 板缺陷检测得分							
项目	缺陷个数（3分/个）	单项得分	总得分				
PCB 板 1							
PCB 板 2							
项目	正常（4分/个）	单项得分					
PCB 板 3							
PCB 板缺陷检测函数编写得分							
项目	单项得分（5分/个）		总得分				
语音播报							
震动分类							
职业素养得分							
项目	分值		总得分				
职业素养	10						
扣分							
项目	分值	扣分	总得分				
重启扣分	-10						
最终得分（所有得分-重启扣分）							
补充说明以下规则：							
1. 竞赛平台在正式比赛启动后出现故障不能正常完成比赛任务时，可向裁判申请重启，并由裁判决定申请是否通过，申请重启的队伍将在总分中扣除 10 分（因设备本身故障申请重启不扣分）。							
2. 调试与比赛时间为 90 分钟，完成调试的队伍可举手示意即可进行比赛。							
3. 总分相同，比赛用时少者胜，若比赛用时也相同则加赛一场，以最终加赛的成绩为准。							
4. 现场比赛时以裁判判决为准，若比赛中出现争议，则该组别所有裁判进行仲裁决议。							
5. 若以上规则无法判断得分情况的，则该项不得分。							