

中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛

2026 年度赛事规则

赛项：医疗机器人

项目：具身智能微创辅助操作赛

医疗机器人赛项技术委员会

I. 填表说明

1. 表中所列各项须详细填写;
2. 技术参数需精确到小数点后一位;
3. 时间安排需明确具体;
4. 在规则文件中用红色字体清晰标明较以往规则新增或变更的内容

II. 重要更新记录

简要描述近两年规则中的重要更新，并用红色字体标注变更的内容	
2026 年度： 新增项目	负责人签字： 2026 年 6 月

一、联系方式

1.1 技术委员会

负责人：孙丽萍，教授、博士，上海健康医学院 15800819006，

sunlp@sumhs.edu.cn

成 员：孙立宁，苏州大学

刘成良，上海交通大学

陈 雄，复旦大学

杜志江，哈尔滨工业大学

李红兵，上海交通大学

1.2 竞赛组织讨论

QQ 群：116319518

参赛队员与指导老师可以加入**医疗与服务机器人赛项** QQ 群进行学术讨论。请求加入 QQ 群时，需要注明参赛队伍，高校，姓名等，否则可能不能入群。

二、赛项规则

2.1. 任务描述

前列腺肿瘤切除、肾肿瘤切除、复杂肝脏病灶剥离，以及多发结直肠癌肝转移多点病灶剥离等这类手术，操作腔道狭窄，周边密布关键大血管，手术要求器械多角度弯折，完成高精度软组织精细分离。传统腹腔镜器械活动自由度有限、转向受限，术中视野清晰度不足，组织分离操作难度高，极易引发大出血，中转开腹风险居高不下。

目前商用手术机器人仅支持医生手动操控，无自主手术能力。人工操作易疲劳、手抖、响应滞后，容易漏诊病灶、碰伤血管脏器；手术水平完全依靠医生经验，缺少自动建模、主动避障等智能保护，标准化难、医疗成本高。

为此开设具身智能微创辅助操作赛，攻关自主手术技术，推动微创手术机器人向自主智能方向发展。

以下三项任务共同构成具身智能机器人感知、决策、执行，自主闭环。参赛机器人自主完成。任务 1 检验感知与空间规划能力，任务 2 检验避障与柔顺执行能力，任务 3 检验双臂协同精细操作能力，全程禁止人工实时遥控介入。模拟手术比赛场景局部概念图如图 1 所示。

初始状态，机器人两器械臂和一镜头臂经操作腔顶部多孔位进入不超过 2 厘米，可以由参赛队员辅助，裁判员发送开始比赛指令后，参赛队员发送一次“启动”，机器人连续自主完成以下三项任务，运行期间禁止人工遥控和参数输入。

任务 1：上腹部病灶识别与三维空间规划（30 分）

1. 任务要求：通过视觉感知自主识别肝脏、肾脏、胆囊及软组织肠管样障碍物，定位肝脏病灶空间坐标并标识血管禁区，规划双臂进入路径；

2. 评分细则

（1）病灶三维定位误差 $\leq 0.5\text{mm}$ ，15 分； $0.5\text{mm} < \text{误差} \leq 1.0\text{mm}$ ，8 分； $1.0\text{mm} < \text{误差} \leq 2.0\text{mm}$ ，4 分；误差 $> 2.0\text{mm}$ ，0 分。病灶三维定位误差：指机器人视觉系统识别输出的病灶中心坐标，与标定系统测得的病灶真实中心坐标之间的欧氏距离误差。取单次识别结果计算，取最大值判定档次（不取均值）。

（2）肝脏、肾脏、胆囊、软组织肠管样障碍物，识别无遗漏：10 分；每漏识别 1 项扣 2.5 分；

（3）能标识血管禁区：5 分；标识错误或遗漏本小项 0 分；

3. 扣分规则：器械每碰撞腔壁或障碍物 1 次，扣 5 分。

任务 2：双臂协同定位与病灶暴露（35 分）

1. 任务要求：双臂分别经不同顶部孔位自主避开胆囊、软组织/肠管样障碍物及血管禁区进入操作腔；左臂（夹爪）对病灶完成牵拉、暴露、稳定，为右臂剥离创造条件；

2. 评分细则

（1）全程无任何力碰撞、无软组织挤压损伤，且病灶暴露充分稳定：35 分；

- (2) 单次轻微触碰软组织未撕裂 ($2 < \text{力值} \leq 5\text{N}$) 扣 5 分, 累计扣分上限 30 分;
(3) 出现软组织撕裂 (瞬时力 $> 5\text{N}$) 或器械触及血管禁区标识, 本项 0 分。

任务 3: 双臂协同切割剥离与取出 (35 分)

模拟临床肝病灶微创剥离: 右臂 (切割/剥离器) 沿聚乙烯醇 (PVA) 膜, 标记边界完成病灶切割剥离, 与左臂牵拉动作实时协同, 剥离完成后取出病灶;

1. 切割/剥离路径精度: 偏离 PVA 标记边界 $\leq 1.0\text{mm}$ 得 25 分; $1.0\text{mm} < \text{偏离 PVA 标记边界} \leq 2.0\text{mm}$ 得 15 分; $2.0\text{mm} < \text{偏离 PVA 标记边界} \leq 3.0\text{mm}$ 得 5 分; 偏离 PVA 标记边界 $> 3.0\text{mm}$ 得 0。(按照最大偏离处计算。)

2. 病灶完整取出: 完整取出得 10 分, 未完整取出不得分。

3. 额外加分项 (不计入百分总分, 同分优先排序): 可自主区分病灶与正常组织边界、自适应调节双臂协同策略, +5 分。

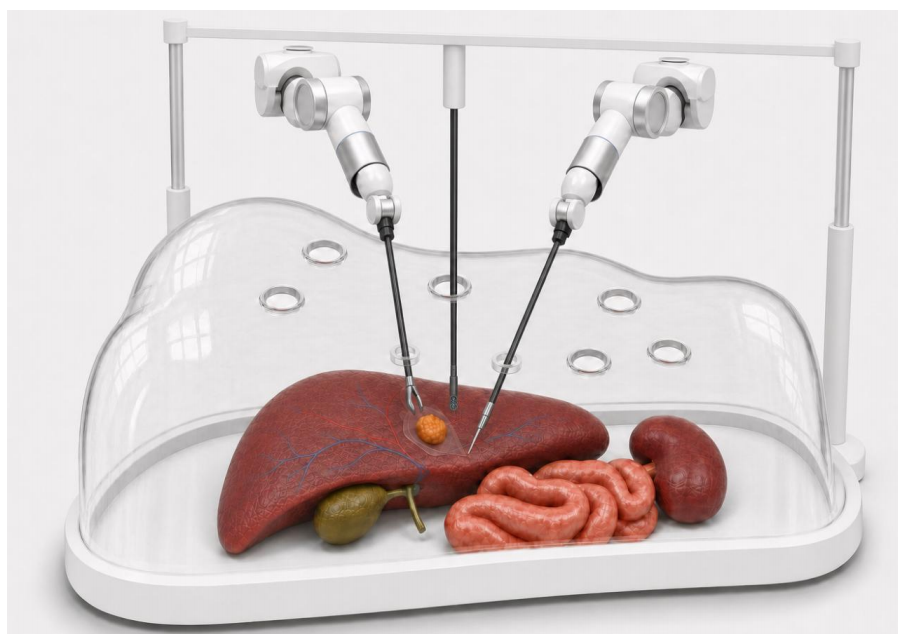


图 1 模拟手术比赛场景局部概念图

比赛用的模体由赛场统一提供, 模体底部是平面, 赛前模体操作腔内部空白处指定位置贴有一块 $15\text{mm} \times 15\text{mm}$ 的标定基准块, 全场统一世界坐标系以标定基准块几何中心为原点, X 轴: 沿着标定板一边指向患者右侧 (解剖学右) 为正, Y 轴: 指向患者足端 (脚的方向) 为正, Z 轴: 垂直标定板平面, 指向患者头侧上方 (腔镜方向) 为正。

任务 1 至任务 3 为连续自主执行流程, 裁判发送开始指令后, 机器人须一次性自主完成全部三项任务。

任务与任务之间不允许重新标定、不允许人工导入真值、不允许人工调整模体或机器人位姿。

2.2 考查的核心技术点

简要说明赛项考查的核心技术点
针对腹腔镜上腹部肝病灶微创剥离临床核心技术痛点，考核机器人具身智能感知-决策-执行，自主闭环三大核心能力：腔镜深度视觉病灶识别与空间定位、双臂末端六维力触觉协同柔顺控制（牵拉一切割协同）、多孔位受限空间自主轨迹规划与血管禁区避让，全程要求机器人自主完成认知与操作闭环，禁止人工实时遥控介入。 填补现有医疗机器人赛道在双臂协同微创手术操作、具身智能算法领域的考核空白，分大学组、企业产业组独立评比，兼顾高校科研创新与医疗器械产业化落地价值。

2.3 机器人参赛要求

详细描述赛项机器人的尺寸、重量、电源、速度、负载能力约束，通信方式、传感器及控制器等技术参数和规格。

1. 参赛机器人系统须为具身智能双臂构型（不少于2个6自由度机械臂），感知-决策-执行须自主闭环运行，必须同时集成三类感知闭环：

（1）视觉感知：搭载腔镜深度视觉模块，可完成肝脏病灶、肾脏、胆囊及软组织障碍物识别与空间定位、障碍物语义分割；

（2）力觉感知：实时采集器械与软组织交互力，具备力控柔顺牵拉与切割能力；

（3）空间约束自主规划：可基于操作腔顶部孔位、脏器/障碍物边界及血管禁区自主生成无碰撞双臂运动轨迹，任务启动后禁止人工实时遥控、键盘鼠标干预。

2. 每队仅允许1套双臂微创操作系统上场；双臂末端器械须分工明确：至少1臂配置夹爪类器械（牵拉/暴露），至少1臂配置切割/剥离类器械；

3. 每支参赛队的机器人比赛过程中不允许出现破坏场地或攻击裁判员或志愿者的情况出现，如果出现，现场裁判有权立刻终止比赛。

4. 微创执行器械外径模拟临床腔镜标准，器械形态应符合真实腔镜器械比例，不得使用夸张弧形结构；

5. 力传感单元必须布置于器械末端，禁止仅底座测力、无法解耦器械与软组织交互力的方案；

6. 裁判口令启动比赛后，仅允许赛前5分钟设备标定，运行阶段禁止键盘、鼠标、手柄实时人工干预；

7. 机器人不得损坏赛场仿生模体、操作台、标定工装，若违规操作，裁判可直接终止本轮比赛。

2.4 场地描述

详细描述比赛场地的面积规格、地面材质、围栏设置等基础设施及照明系统、监控系统、通信设备等附属设备。

2.4.1 上腹部微创操作腔仿生模体

赛场模体为人形上半身仿生模体，模拟仰卧位患者上腹部结构，顶部设置多个器械孔位供双臂器械分别进入（不设单一中心大孔）。腔内布置：

1. 肝脏模型：任务主目标器官，内置可剥离病灶结构；
2. 肾脏模型：辅助解剖环境器官；
3. 胆囊模型：肝、肾之间的刚性/半刚性障碍物；
4. 软组织/肠管样结构：柔性障碍物，赛前两天由裁判组统一设定 3 套难度等价的布局方案，比赛当日抽签确定当日使用方案，所有参赛队使用同一套布局。单场比赛过程中障碍物位置固定不变。
5. 血管禁区标识：贴附于肝脏表面，标示器械不可触及区域。

2.4.2 病灶模型材料与结构（自上而下）

1. PVA 水溶膜层（厚度 $25 - 50 \mu\text{m}$ ）：覆盖病灶区域，标记切割/剥离边界；
2. 可剥离病灶片：模拟真实病灶组织，供右臂切割剥离；
3. 软组织基底：模拟肝脏软组织力学特性；
4. 安全底层：防止器械过切造成深层损伤；
5. 血管禁区标识层：位于病灶周边，触及即判违规。

2.4.3 场地配套设施

操作台、毫米级视觉标定基准块、力值校准工装、可更换胆囊/软组织障碍物模块；场地尺寸允许 10% 以内误差，以现场实物为准。

2.4.4 软组织损伤判定标准

1. 瞬时交互力（ $2\text{N} < \text{力值} \leq 5\text{N}$ ）：判定轻微触碰，对应任务扣分；
2. 瞬时交互力（力值 $> 5\text{N}$ ）：判定软组织撕裂/硬戳损伤，对应任务直接清零。

2.4.5 精度测量统一规范

本规则涉及的所有定位误差、路径偏差，统一按以下方法测量与裁定：

1. 被测对象定义：器械以末端执行器的中心点为准；病灶坐标以病灶几何中心为准；切割边界以 PVA 膜边缘轮廓线为准。
2. 坐标系约定：统一以操作腔标定基准块建立的世界坐标系为基准；机器人输出坐标须转换至该坐标系下比对。
3. 测量设备：采用毫米级视觉标定系统作为仲裁测量手段；赛前统一标定，赛中不另行校准。
4. 误差计算方法：欧氏距离误差。

2.5 评分标准

明确规定各任务的完成条件与分值、时间奖励或效率分值计算方式、设计评审（如资格认证文档/答辩）细则、违规与扣分项。评分标准应具备可操作性，避免主观判断。制作打分表（可另起一页）。

竞赛统一仿生模体模拟上腹部肝病灶微创剥离环境：

1. 上腹部操作腔模块即 腹腔镜手术环境，含肝脏、肾脏、胆囊及软组织障碍物；
2. 统一考核共性技术难点：
 - （1）视觉识别、空间定位与血管禁区标识；
 - （2）力觉感知实现软组织柔顺牵拉，避免戳伤脏器；
 - （3）多孔位受限空间双臂自主避障、协同规划器械运动路径；
 - （4）双臂协同牵拉暴露、切割剥离、病灶取出等微创精细辅助操作。

评分、扣分与排名规则

创新附加分（仅用于同分决胜）

1. 具身世界模型自主研发创新附加分（仅用于同分决胜，最高+10分）：
 - （1）参赛队自主设计并实现用于本赛项的具身世界模型，能够表征操作腔环境、器械状态、组织/障碍物关系，并服务于感知、规划、避障或双臂协同控制，经材料审查、现场演示和答辩核验一致的，+10分；
 - （2）参赛队须提交模型结构说明、训练或构建数据来源、关键算法流程、与机器人闭环系统的接口说明及运行日志/视频等佐证材料；评委可要求现场说明核心模块和自主贡献边界；
 - （3）仅调用现成开源框架、公开大模型/API、仿真平台插件，或只进行参数调整、界面封装、名称替换等二次修改的，不计本项创新附加分；隐瞒开源依赖或虚构自研内容的，按“硬件、算法抄袭，存在知识产权纠纷”处理。

重大违规扣分项

1. 任务运行过程人工实时遥控、键盘鼠标干预：实操总分清零，取消本轮比赛成绩；
2. 多次严重撕裂仿生软组织、损毁赛场模体：单次扣 50 分并终止比赛；
3. 硬件、算法抄袭，存在知识产权纠纷：直接取消全队参赛资格；
4. 器械碰撞障碍物、腔体边界或触及血管禁区标识，单次扣 5 分。

最终排名优先级

实操总分 → 任务完成总时长（用时越短排名靠前） → 创新附加分（含具身世界模型自主研发加分） → 资格认证材料创新得分。

2.6. 参赛人员要求

详细描述赛项参赛人员的学历、年龄、人数及赛队规模等要求。

每支参赛队伍的指导老师限报 2 人，参赛队员可以为本科生或研究生，限报 3 人（报名人数限制具体以大赛组委会要求为准），参赛队的资格由大赛组委会认证。

2.7 参赛流程说明

详细说明赛队报到、领队会、调试、比赛的时间、时长、轮次等重要流程信息。

1. 报到：各参赛队按照大赛发布赛程，按要求完成报到手续，未报到、未领取参赛证件的队员无法进入赛场；

2. 领队会：正式比赛开始前一天下午 3 点左右安排领队会议；领队会结束后再进行裁判会议和志愿者培训会。

3. 调试安排：正式比赛前一天安排赛前调试，第一轮调试期间每支队伍调试时间 10 分钟，根据队伍数量第二轮调试时间每队安排调试时间 3-5 分钟，调试期间安排志愿者负责计时并维护秩序（根据大赛组委会给定的调试天数进行赛前适当调整调试轮次和具体时间，确保每支队伍调试时间相同）。

4. 比赛安排：比赛共进行两轮，每轮比赛每支队伍有一次比赛机会，第一轮比赛结束之后，成绩排名靠前的 10 支队伍参加第二轮比赛，其他队伍根据第一轮比赛成绩进行总排名（排名在 10 名之后）；参加第二轮比赛的前 10 名队伍最终成绩以第二轮比赛成绩为准，与第一轮比赛成绩无关；参加第二轮比赛的所有队伍最终成绩至少是前 10 名。

5. 赛前检录：比赛正式开始前 30 分钟左右，各支参赛队进行赛前检录，各参赛队伍将比赛用机器人交到裁判组指定区域，机器人上交后任何队伍在比赛前不允许接触机器人或对机器人进行维修测试等操作（有特殊情况需征得裁判组同意后方可在裁判组陪同下接触机器人）。未参加赛前检录的队伍将取消参赛资格，不得参加比赛，

6. 比赛流程：每支队伍上场比赛时，有 3 分钟准备调试时间，时间到达后等待裁判员口令启动机器人开始比赛。裁判员发布比赛开始口令后超过 2 分钟机器人无法启动运行的判定本次比赛结束。比赛结束后参赛选手将机器人放入裁判组指定的另一区域。待所有比赛结束以后，参赛选手才可以把自己队伍的机器人取走。

2.8. 安全要求

安全类别	具体要求	应急措施
机器人安全	比赛过程中不允许机器人对场地有破坏行为。	设置有紧急停止按钮
场地安全	禁火、禁烟、禁水	大赛组委会安排人员监督执行
人员安全	组委会设置医疗急救人员，应对突发情况	
设备安全	无特别要求	
环境安全	无特别要求	
数据安全	无特别要求	

2.9 其他技术附属材料说明

技术资格认证材料提交要求、demo 文件、影音文件、ppt 模版等。

(一) 资格认证报告填写说明

1. 参加 2026 中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛医疗机器人赛项的参赛队伍需要撰写资格认证报告。

2. 报告应该撰写完整、内容详实、表达准确，数字一律填写阿拉伯数字，英文一律为 Times New Roman。

(二) 资格认证具体要求

1. 参赛队伍要求

详见比赛通知，关于队伍、队员报名参与比赛项目数量的其他说明。

2. 机器人要求

2.1 机器人数量

每支参赛队只允许安排一个机器人上场参加比赛。

2.2 机器人安全

每支参赛队的机器人比赛过程中不允许出现破坏场地或攻击裁判员或志愿者的情况出现，如果出现，现场裁判有权立刻终止比赛。

2.3 启动与急停按钮

每支参赛队的机器人应设有启动按钮和急停按钮。

2.4 机器人几何大小

关于医疗赛项参赛机器人尺寸要求详见医疗赛项比赛规则。

2.5 机器人重量

关于医疗赛项参赛机器人重量要求详见医疗赛项比赛规则。

2.6 机器人外观要求

请根据医疗赛项比赛规则设计机器人外观，以便于适合比赛具体要求。

2.7 本项赛事对机器人的其他特殊要求

关于医疗赛项机器人的其他要求详见具体规则。

3. 资格认证材料具体要求

特别注意：每支报名的参赛队伍必须在报名的同时提交资格认证材料到指定邮箱（robocupms@163.com），不提交资格认证材料的队伍不具备比赛资格；资格认证材料内容包括两个部分（着重声明：资格认证材料中必须包含第一部分，

如果提交的材料没有第一部分，不能获得比赛资格）：

第一部分：必须提交材料

(1) 队伍介绍，主要包括成员介绍，以前的参赛介绍等等，既可以提交一个 word 文档也可以提交团队主页的网页链接，如果提交文档，正文字体为宋体小四，1.5 倍行距，应尽量保证排版美观且不少于 4 页。

(2) 机器人功能展示视频，时长应在 2 到 3 分钟之间。

(3) 机器人介绍相关材料，特别强调，技术委员会关注各参赛队队员的自我创新，不能抄袭，不能与他队雷同，否则有可能被取消比赛资格。主要内容为介绍采用了哪些技术，最终提交一份不少于 6 页的 pdf 文件（正文字体为宋体小四，1.5 倍行距），应尽量保证排版美观。

第二部分：贡献证明材料

近3年团队或团队成员参加医疗机器人竞赛获奖、公开发表的与此机器人涉及技术相关的论文、申请的专利与软件著作权等情况说明文档（需提供相应证明材料，如证书扫描件等）。

4. 技术认证文档评分

资格认证材料中必须包含第一部分；资格认证材料由技术委员会进行评分并排序；在比赛成绩相同情况下，由资格认证评分来决定队伍排名，资格认证排名靠前的最终比赛排名靠前。

资格认证材料评分依据如下：

（1）对于必须提交材料：此项材料不计分，如果不提交此项材料，直接取消比赛资格；如果提交的材料不合要求，从认证总分中视具体情况进行扣分。

（2）对于贡献证明材料：参加医疗机器人相关竞赛获得国家级一等奖1项10分、二等奖1项4分、三等奖2分。省级竞赛获奖分数减半；正式发表与医疗机器人相关的SCI论文1篇15分，EI检索期刊论文1篇10分，北大中文核心期刊论文5分；授权1项医疗机器人相关发明专利15分，1项实用新型专利5分，1项软件著作权5分。以上未列出医疗机器人相关贡献成果经医疗机器人赛项技术委员会认定后根据贡献度酌情给分。（要求参赛队员或指导教师至少有1人以上在贡献证明材料中的成员署名中出现，否则不予认定；如果提交贡献材料与医疗机器人无关，也不予认定。）

注：材料在提交时压缩包统一命名为：XX单位_XX队伍_资格认证材料；压缩包内包括两个文件夹，分别命名为第一部分和第二部分，里面存放对应材料。各参赛队提交的资格认证压缩包材料总大小不超过10M，如超过则酌情扣分。

附件：参赛队伍资格认证模板

附件：参赛队伍资格认证模板

中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛
医疗机器人赛项参赛队伍资格认证

参 赛 学 校

队 伍 名 称

参 赛 队 员

指 导 教 师

（姓名/联系方式）

参 赛 项 目

中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛

医疗机器人赛项组委会

2026 年 3 月

关于资格认证报告使用授权的说明

本人完全了解 2026 中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛关于保留、使用资格认证报告和研究论文的规定，即：参赛作品著作权归参赛者本人所有，比赛组委会可以在相关主页上收录并公开参赛作品的设计方案、技术报告以及参赛模型的视频、图像资料，并将相关内容编纂收录在组委会出版论文集中。

参赛队员签名：

带队教师签名：

日 期：

一、作品简介（研究内容、目标、完成情况概述）

二、研究技术方案（硬件设计、软件设计、系统调试说明）

三、附录（硬件设计图、电路设计原理图、程序等）

四、贡献证明材料（赛项获奖、技术相关论文、专利与软件著作权等）