

中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛

2025 年度赛事规则

赛项：医疗机器人

项目：骨科手术机器人

医疗机器人 赛项技术委员会

2025 年 2 月

目录

一、项目背景.....	3
二、技术委员会与组织委员会.....	6
2.1 技术委员会.....	6
2.2 组织委员会.....	6
三、资格认证要求.....	7
四、参赛人员要求.....	10
五、技术与竞赛组织讨论群.....	11
六、比赛场地及器材.....	12
6.1 比赛场地说明.....	12
6.2 比赛器材说明.....	13
七、赛事规则要求与评分标准.....	14
八、机器人要求.....	15
九、赛程赛制.....	16
十、附加说明.....	17
附件：参赛队伍资格认证模板.....	I

一、项目背景

医用机器人是服务机器人中最重要的领域之一。医用机器人有一个非常宽泛的概念，可以说用于医疗大健康领域的机器人或者机器人化设备。如：手术机器人、康复机器人、医用服务机器人和智能设备。能辅助医生的工作、扩展医生的能力。医用机器人是需求量最大最实用的机器人之一。应用医疗服务机器人是因为她比人更精准、更快捷、更稳定，且能长时间地在高温、低温、辐射等恶劣环境下工作，所以吸引了全球越来越多的科研人员研发实用的医疗服务机器人。

中国机器人大赛暨 RoboCup 公开赛组委会 2010 年起设立了医疗服务机器人赛项，分为两个子赛项 1、医疗机器人规定动作项目；2、医疗机器人骨科手术机器人赛项。目的是希望通过此项目比赛增强选手的动手能力，增强选手在高科技领域就业的竞争力，引导机器人向实际应用方向发展，引领我国大学生、教师投身到医疗大健康领域机器人的研发中来。

医疗机器人赛项通过十年的发展，引领各校研发了众多实用的医疗机器人，包括骨科手术机器人。

骨科手术过程中，脊柱等骨头周边往往布满神经中枢，医生任何一个意外的手指抖动都可能对患者带来巨大风险或严重后果，骨科手术机器人操作的精确性、稳定性超过经验丰富的骨外科医生，已经得到医疗界及患者的认可。同时，骨科手术过程中，需要多次影像拍片等确认定位是否准确。骨科手术机器人术前能将病人的 X 片、CT、核磁共振等影像资料叠加分析，进行手术路径规划，术中结合导航系统，机器人能高精度导航、控制，精准定位，完成钻孔、切割等各种手术动作。因此骨科手术时极其需要这样的手术机器人辅助，骨科手术机器人已经是当前机器人研究的热点。

本赛项引导参赛师生面向骨科手术，例如面向脊柱手术中脊髓或神经根精准减压需求，研制椎板切除手术机器人系统，完成精准打孔、切割等动作，后期继续研发具备术前规划、术中精准导航与椎板切除操作，实现安全、高效、精准、便捷的椎板切除手术，

考虑到参赛队由浅入深参与该赛项，因此先从骨科定位打孔手术开始，也是医院里实际操作的一种手术方法，在折骨上打孔，在体外横向装不锈钢板，不锈钢螺

丝从体外经不锈钢柱旋入骨中，折骨即固定了，两个月左右无须重创就可将螺丝拧出，免除了某些骨折患者需两次大手术的痛苦（安装和取出钢钉、钢板，破坏骨折部位血运，使其不易愈合）。骨科手术图片见图 1 所示。



图 1 骨科手术图片

本赛项机器人模拟骨科医生先分析病人的 CT 图像，给出定位钻孔方案。然后控制机器人进行定点钻孔。机器人的机械臂在主控台医生的控制下自动定位，精准完成钻孔。

本赛项 2014 年正式比赛，得到了众多高校师生的青睐，当年涌现出了几十种形态各异、精准精密的骨科手术机器人。从三十八支参赛队伍中选拔出了前十六强参加全国总决赛。

本赛项要求参赛队分析病人的 CT 图像，给出定位钻孔方案。自主设计制作机器人。在组委会提供的模拟折断的骨头上，精确地在指定位置钻三个孔。以手术精准度（看孔直径）、手术熟练程度（看时间），结合选手现场编程能力，评定参赛队总得分。

因为比赛时现场钻孔很难评分，所以模拟折骨上的三个孔是预先由组委会钻好

的，位置随机，间距随机。比赛时，机器人机械手上的钻头能依次精准定位到三个孔，并分别完成钻孔动作。钻头上下移动时必须转 4 秒以上，必须边转边上下；钻头水平移动时不能转；整个过程中钻头不能碰到模拟折骨。否则不得分。具体实施细则如下：

（1）模拟的折骨用一块厚 3mm 的硬塑料板模拟（也可选用现场提供的仿真骨头），塑料板长 200mm（±10mm）*宽 40mm（±10mm），不固定在手术台上，以便辨别钻头是否 碰到孔使板晃动。手术台自带，用木板等模拟，木板大小不限，塑料板下可垫小块自带材料使钻头能钻进 10mm 深和上升到塑料板上方 10mm 以上。

（2）为了便于评委看清，机器人机械手上装的钻头直径不得小于 0.8mm。

（3）模拟的折骨上有三个孔，直径相等，为 {2mm, 2mm, 2mm} 预先打好孔的板，供选手使用。

技术难点：本赛项研究重点骨科手术医生主控台与骨科手术床旁系统的精准配合，以及工作时针对骨头的不同部分智能采用不同的钻速、力量进行工作等。

二、技术委员会与组织委员会

2.1 技术委员会

负责人：孙丽萍，教授/硕士，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

2.2 组织委员会

负责人：毛丽民，高级实验师/硕士，13814928578，maolm@cslg.edu.cn

成 员：杨数强，洛阳师范学院

周 皓，苏州健雄职业技术学院

刘润田，同济大学

李红兵，上海交通大学

三、资格认证要求

（一）资格认证报告填写说明

1. 参加 2025 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巡诊送药机器人项目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，如证书复印件等）。

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 项目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 20M，如超过则酌情扣分。

四、参赛人员要求

医疗机器人赛项对参赛人员要求按照大赛组委会统一要求，即每个队伍指导教师数量 1-2 人，参赛学生 3-5 人。

五、技术与竞赛组织讨论群

医疗机器人赛项 QQ 群：116319518

群内教师大概 150 人，参赛队员大概 350 人。

六、比赛场地及器材

6.1 比赛场地说明

骨科手术机器人赛项比赛场地要求如下：

1、骨科手术机器人系统工作场景示意图如图 2 所示，骨科手术机器人系统有两部分组成：

(1) 骨科手术医生主控台

(2) 骨科手术床旁系统，两部分都需要放在桌子上，完成比赛，桌子大小约长 1200mm*宽 700mm*高 700mm；中间用墙壁或木头作为隔断，代表骨科手术床旁系统工作房间是有 X 线辐射的，骨科手术医师主控台工作房间是无 X 线辐射的，两部分之间通信可以用有线也可以用无线，路由器等设备参赛队自备。骨科手术机器人项目比赛场景示意图如图 3 所示。

2、220V 电源。

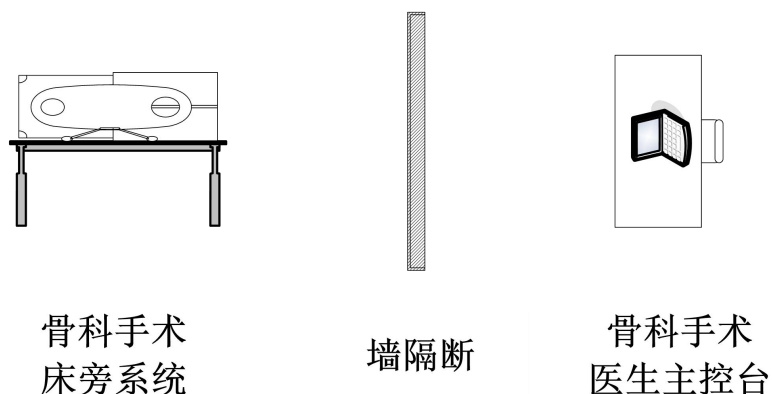


图 2 一台骨科手术机器人系统工作场景示意图

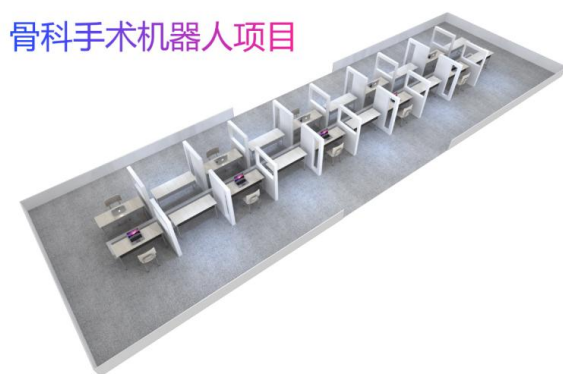


图 3 骨科手术机器人赛项比赛场景示意图

6.2 比赛器材说明

1、比赛用的模拟的折骨用一块厚 3mm 的硬塑料板模拟，塑料板长 200mm(±10mm)*宽 40mm(±10mm)，模拟的折骨上有三个孔，直径相等，为 {2mm, 2mm, 2mm}，模拟折骨预先打好孔，供选手使用，孔位置随机，间距随机，比赛开始时才能看到。打孔过程中，不能移动模拟的折骨（或者底板），只能移动钻头。

2. 选手演示机器人钻孔时的力反馈功能并能自动调节钻速得 15 分。一般骨头例如长骨，外面的骨干很硬，不易钻过，骨干内的空腔称为骨髓腔，容易钻过，钻头钻到哪一层了需要有反馈机制，自动调节钻速。此部分演示模拟折骨自己准备，需用显示屏显示压力数值和钻头转速。

说明：

基于鼓励学生自主设计、制作的思想，不可使用以下设备参赛：

(1) 不可使用雕刻机、浇铸框架机。

(2) 导轨、支架、基板、电机固定装置、滑块、与滑块直接相连的部件中有两件或两件以上一体浇铸成的不可使用。同时至少要有两件是自己加工制作的可参赛。自己加工的必须留有加工可考证痕迹，如部分较大的毛边等。

七、赛事规则要求与评分标准

1. 参赛队分批进行比赛（现场条件允许的话同时进行比赛）。每队派一至两位选手参加比赛，每队共进行一次比赛。每队任派一选手抽取密封在信封中的 CT 图像文件、模拟折骨，同时抽取动作要求即比赛试题。裁判下达开始令即计时开始，选手打开信封取出试题，根据试题要求完成 CT 图像分析、编程、调试、钻孔的动作。当参赛队自认为调试完毕时派一代表举手示意，该参赛队计时结束。

2. 用 Matlab 或 RadiAnt 读取 CT 图像文件（.dcm），给出包含三个钻孔点的坐标的定位钻孔方案。（15 分）

3. 选手演示钻孔过程，裁判根据钻孔、移动成功与否记录得分，只演示一遍。

4. 模拟的折骨上有三个孔，直径相等，直径为 {2mm, 2mm, 2mm} 预先钻好孔的板，每钻一个孔得 20 分，完成钻头在三个孔间水平移动每项得 10 分。

5. 根据现场抽签到的赛题实况，若选手从起始位置至钻第一个孔动作有一处不合命题要求，扣 10 分；若钻好第二个孔后至钻第三个孔动作有一处不合命题要求扣 10 分；若钻好第三个孔后至终止位置动作有一处不合命题要求扣 10 分；若钻头竖直方向行程不足扣 10 分。

6. 由于强调现场编程，骨科手术机器人钻头起始位置、终止位置和动作要求由现场抽到的试题决定。选手根据书面要求现场编程使机器人完成动作。总体要求是钻头要在三个孔间移动，并钻好三个孔。

骨科手术机器人赛项计分表如下表所示，评分标准详见赛事规则要求。

骨科手术机器人项目计分表

序号	单位	队名	读取 CT 文件给出钻孔方案 15 分	钻第一个孔 20 分	钻第二个孔 20 分	钻第三个孔 20 分	水平移动每项 10 分	孔间移动不符合要求每次扣 10 分	钻头行程不足扣 10 分	力反馈自动调转速 15 分	成绩	时间	队员签字

八、机器人要求

本赛项比赛场景如图 4 所示。骨科手术机器人系统有两部分组成：

- (1) 骨科手术医生主控台；
- (2) 骨科手术床旁系统。

其中，骨科手术医生主控台主要由 PC 及运行其上的骨科手术系统软件组成；骨科手术床旁系统主要有导轨、支架、基板、电机固定装置、摄像头、PC 及运行其上的骨科手术系统软件组成。选手在医生主控台通过摄像头传来的视频了解床旁系统的情况，发出指令控制骨科手术床旁系统工作。



图 4 本赛项比赛场景

九、赛程赛制

- 1、比赛每队一次上场机会。得分相同的机器人用时短的排在前面；得分相同、用时相同的机器人，资格认证分数高的排在前面。
- 2、一个机器人只能供一支队伍参加比赛。
- 3、机器人每次比赛时间不能超过 60 分钟。超过 60 分钟即判定比赛结束。
- 4、比赛正式开始前 30 分钟，各支参赛队伍将比赛用机器人交到裁判组指定区域，然后由组委会组织志愿者为每台机器人粘贴比赛序号。

十、附加说明

无。

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

2025 年 2 月

关于技术报告使用授权的说明

本人完全了解 2025 中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛关于保留、使用技术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：

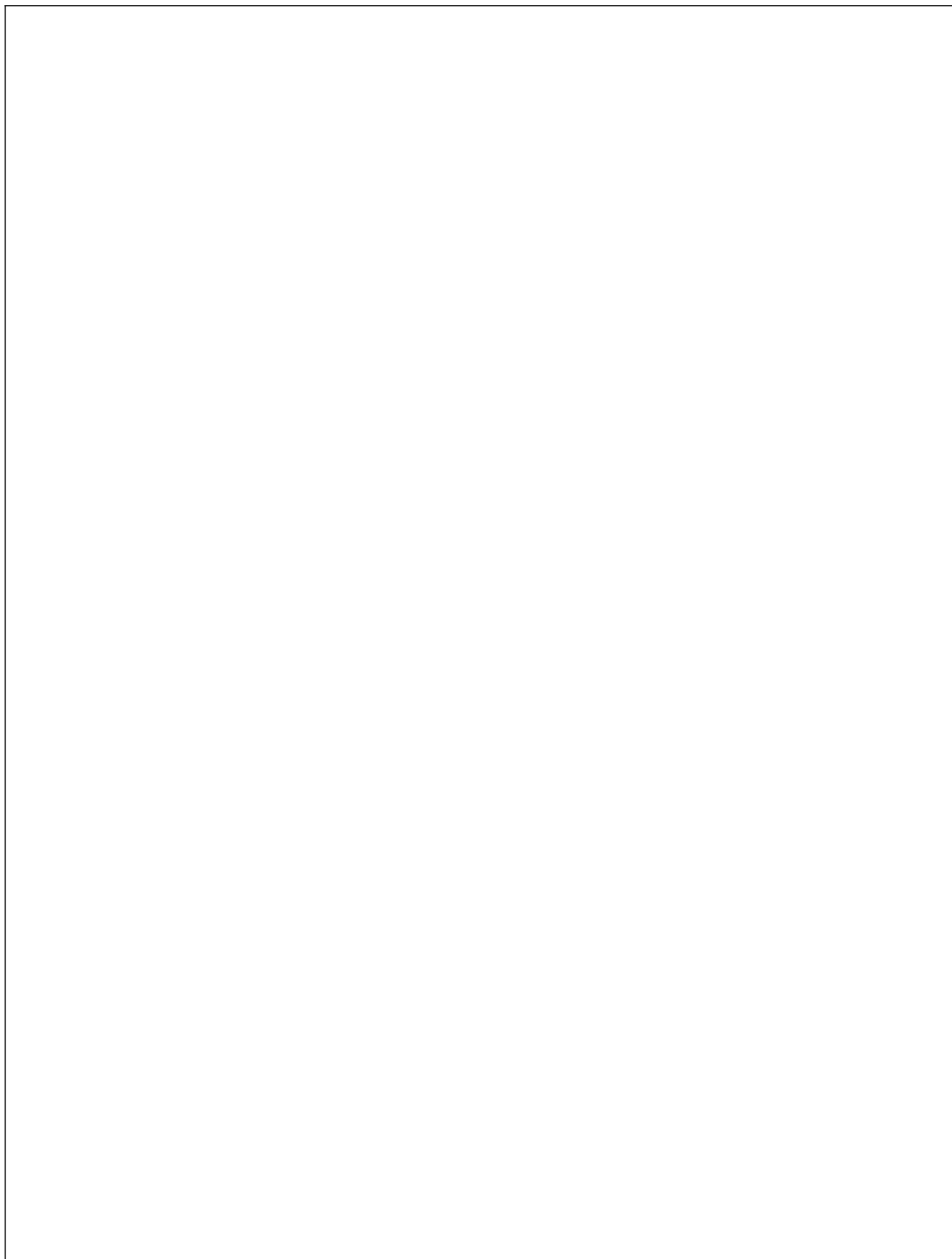
带队教师签名：

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）

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the submission of appendices such as hardware design drawings, circuit design principle diagrams, and programs.

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）