
2022 中国机器人大赛&RoboCup 机器人世界杯中国赛

线上赛方案

项目类： RoboCup 机器人世界杯中国赛

项目名称： 救援机器人组项目

救援机器人组项目技术委员会

2022 年 11 月 06 日

请各项目负责老师按照如下内容准备，分为三部分：

- 一、 是用于赛前公布，对于所有参赛队伍、指导老师开放，用于告知赛前准备、赛中组织、赛后评比相关事宜；
- 二、 是该赛项需要组委会提供相关的支持、协助；
- 三、 是对于比赛中哪些环节场次可以进行直播的说明。

一、 线上赛方案——发布版本

1.1 设备要求、线上平台

比赛采取网络会议直播的方式进行，需要各参赛队伍准备四个以上的摄影机位；比赛道具的具体细节见 1.2 比赛规则。

网络会议直播的平台为腾讯会议，会议号：205647558，会议时间：2023 年 03 月 04 日 14:30~17:30，会议密码：0304。具体的会议信息以后续变动为准。

1.2 比赛规则

受疫情影响，RoboCup 中国赛拟线上进行，考虑到各参赛队比赛环境搭建困难，因此，参考往届 RoboCup 国际赛的线上比赛规则，拟将原计划的遥控综合、自主能力挑战赛和通过能力挑战赛改为灵巧操作挑战赛、机械臂探测挑战赛和环境建图与探索。灵巧操作项目和机械臂探测项目比赛场地搭建相对简单，评判标准相对客观，而环境建图与探索项目的场地由参赛队伍自行挑选，仅仅需要在场地中布置简易的标记物作为评判的标准，最终由给参赛队伍共同评审成绩。

1.2.1 灵巧操作挑战赛

1.2.1.1 项目简介

本项赛事的研究重点为移动机器人在非直视情况下的机器人遥控技术、图像视频传输等。技术难点主要在于如何提高机器人在

非平坦环境下机械臂灵巧操作的能力，并且提高图像视频和控制信号的鲁棒传输能力等。操作手必须全程背对机器人并操作机器人至插有不同类型小管道的木板前使用机械臂对小管道进行不同的特定操作（探测、触摸、旋转和抓取）。管道的长度为 10cm（4 英寸）、直径为 5cm（2 英寸）。

1.2.1.2 比赛细则

➤ 比赛形式：

各参赛队伍通过线上会议直播的方式进行比赛。直播过程中，队伍需提供四个视角的录影机位，如图 1 所示，分别为：



图 1 会议直播的四个视角画面

- **任务详情：**尽可能多地展示任务的细节。
- **操作界面：**将操作界面保存为视频或使用摄像头拍摄并放大。
- **操作手和机器人的第三视角：**在操作手后方拍摄以展示操作手背对机器人。
- **操作手第一视角：**显示易读的时间戳、队伍和操作手的

基本信息、所有操作手的手部动作。

➤ **比赛任务：**

此挑战赛的比赛场地中由 4 个任务木板组成，分别为探测、触摸、旋转和抓取。要求参赛队员使用机器人在 **10°缓斜坡的地形上** 使用机械臂完成一系列操作，机械臂各项操作要求如下：

- **触碰：**控制机械臂末端触碰管帽中心直径为 1 厘米的圆形目标，全向异形水管为 1.5 厘米圆形目标。
- **旋转：**抓住 5 厘米管帽并旋转 180 度。
- **抓取：**抓取 5 厘米管帽，并从管上拔出。
- **探测：**通过机械臂上的摄像头探测管底的字母和管壁的条纹数目。

每个任务木板上放置了 5 个水管，分别为 3 个直管和 2 个弯管，图 2 所示为探测任务木板。

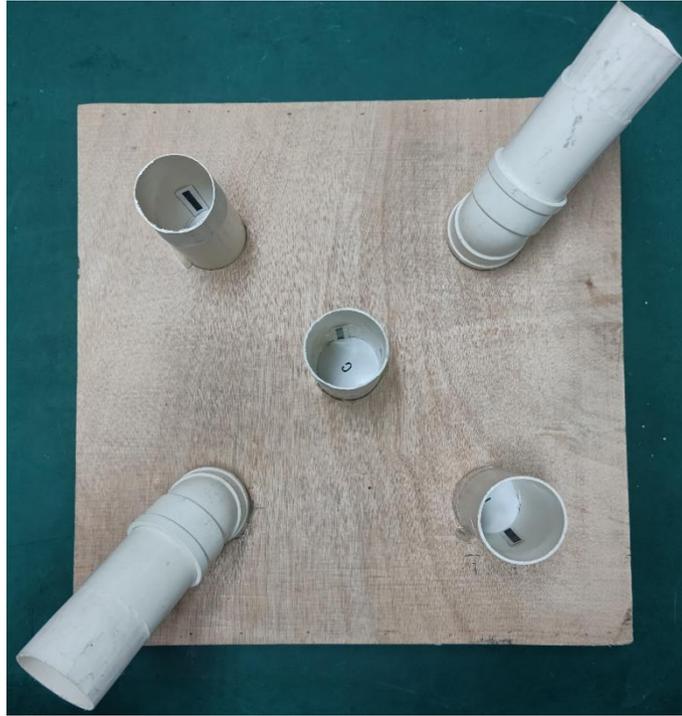


图 2 探测任务木板示例

每支参赛队伍的比赛时间为 20 分钟，5 分钟进行能力检测，15 分钟进行灵巧操作正赛。在 5 分钟能力检测时间内，如果参赛队完成测试可以直接开始比赛，剩余的能力检测时间不累加至正赛时间，即灵巧操作仍为 15 分钟。若 5 分钟能力检测时间结束后，参赛队未完成所有测试，可以选择占用正赛时间继续进行能力检测，待完成后再开始比赛，也可以直接开始比赛，时间分配由操作员自行决定。

➤ **评判准则：**

- **探测任务**是否完成由（图 1 中）②号画面判定，②号画面须清晰显示水管底部字母和管壁的 2 条黑条（管壁黑条数量固定为 2 条）才算完成，并且需要队伍截取当前的清晰画面作为评分的依据。
- **触摸任务**是由①号画面判定，①号机位须靠近触摸点清

晰拍摄机械臂触摸情况。

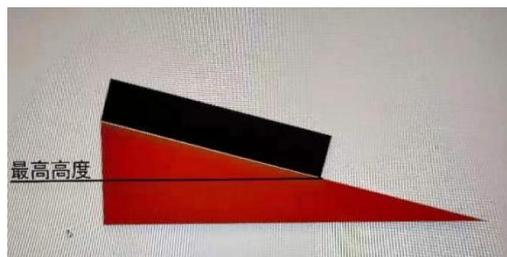
- **旋转任务**是由视频①号画面判定，相机须靠近旋转管帽清晰拍摄管帽旋转是否达到 180 度，达到 180 度即算完成。
- **抓取任务**是由视频①号画面判定，管帽最终位置不在水管上即算完成。
- **得分标准**：在 15 分钟正赛时间内，机器人可以使用遥控或半自主方式或自主方式完成挑战，每完成一个小水管任务得 1 分或 1.5 或 2 分。分数相同耗时更短者排名靠前（耗时指最后一个完成的水管时间，如 A 队和 B 队均完成 10 个水管，A 队完成 10 个水管花费 10 分钟，直至比赛结束第 11 个水管也未完成；B 队完成 10 个水管花费 11 分钟，直至比赛结束第 11 个水管也未完成，则 A 队耗时 10 分钟，B 队耗时 11 分钟，A 队排名靠前）。
- **评判依据**：
 - ◆ 比赛采取线上会议直播的方式，受网络波动的影响探测任务的细节展示可能会不清晰，因此每个参赛队可采取截屏、录像等方式，务必记录下探测任务**清晰的**得分画面，以此作为各队伍之间互相评审的依据；若出现未保存得分的画面或者截图不清晰等情况，则以会议直播的录像为依据。
 - ◆ 视频、截图数量不限，但必须包含整个②号画面，并且带有时间戳（便于核对）；评判时视频和截图的

结果都会纳入得分计算中，但不重复得分。

- ◆ 比赛前需裁判评定机器人的机械臂是否具有半自主或自主能力。
 - 半自主能力：任务开始后，操作员不能遥控机械臂，仅通过决策命令的形式使机械臂能够自主完成相应操作，例如选择目标位置、末端抓取、末端旋转等命令。
 - 自主能力：任务开始后，操作员除了操控机器人底盘的运动外，不得执行其余任何操作，完全由机械臂自主执行任务。

➤ 场地布置及器材：

- 任务板木板尺寸如图 3 所示，木板摆放示意图如 4 所示，每 2 个木板为一组，每组内的 2 个木板距离不低于 30cm，每 2 组木板之间距离不得低于 2 米。
- 为了考验机械臂在不平坦地形下的灵巧能力，机器人主体必须完全在斜坡上作业。10°缓斜坡的具体要求：
 - ◆ 斜坡的尺寸需要满足：当机器人的最前端和斜坡最高的一端平齐时，机器人主体最后端的所在高度高于任务板所在高度，如示意图所示；



- ◆ 缓斜坡摆放需要满足高侧正面朝向任务板，除了机械臂外机器人不得触碰任务板。

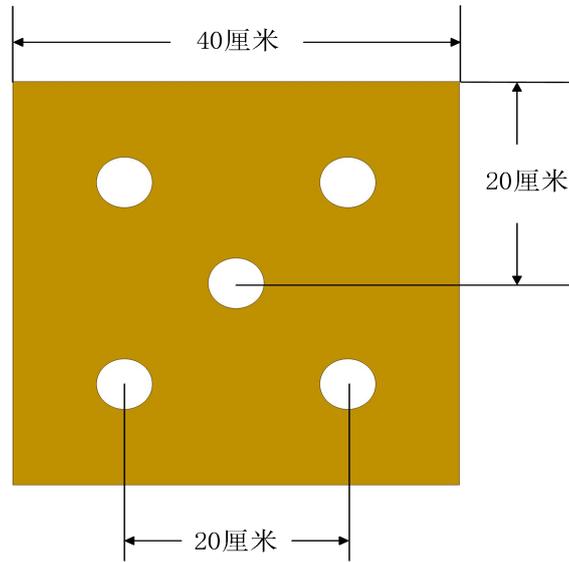


图3 任务木板尺寸

俯视图

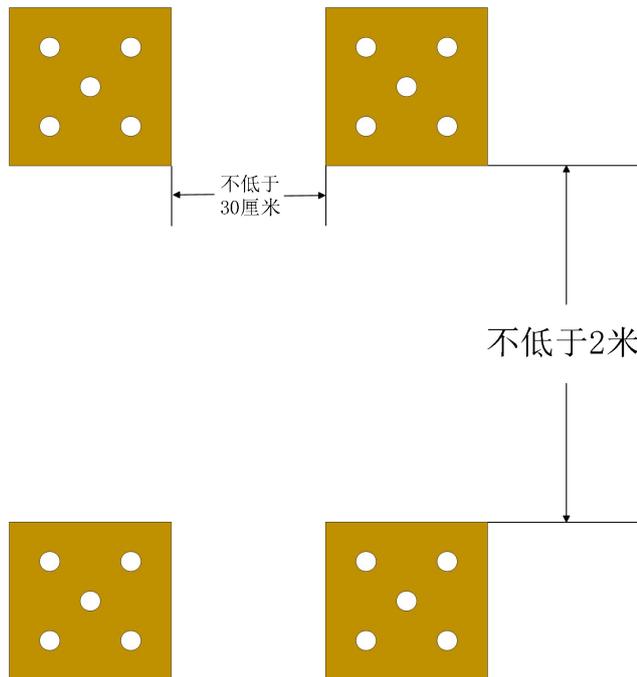


图4 每两组木板示意图

- 四种任务水管示意图如图5至图8所示。直管弯管混合的任务木板示意图如图9所示，对角线布置3个直管，剩余两个角布置弯管。



图 5 探测任务水管



图 6 触摸任务水管



图 7 旋转任务水管



图 8 抓取任务水管

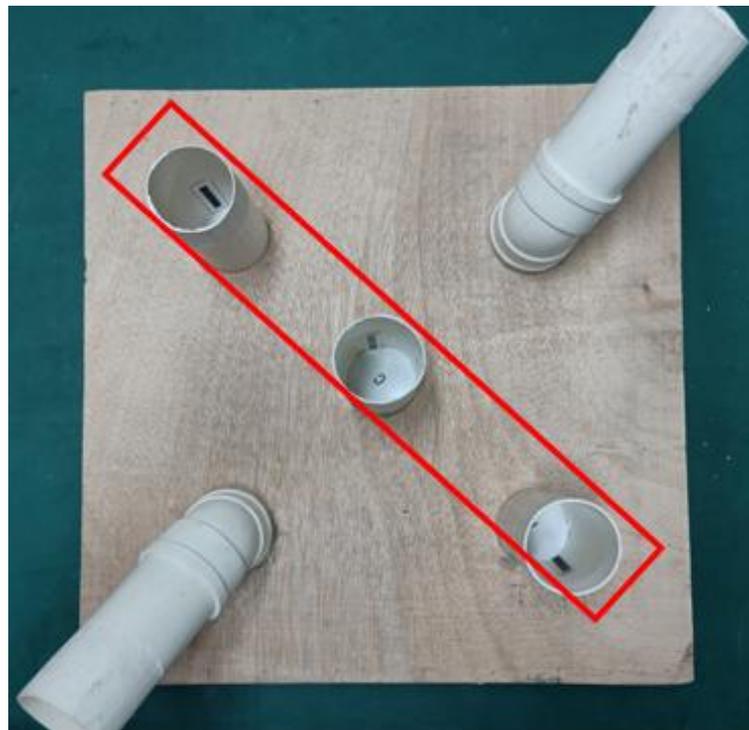


图 9 任务木板示意图

■ 水管细节:

- ◆ 建议水管为PVC水管尺寸外径50mm内径45.2mm，搜索关键词 **PVC水管 50mm**。
- ◆ 建议管帽为PVC水管管帽尺寸内径50mm，高度35mm左右，搜索关键词 **PVC水管堵头管帽 50mm**。
- ◆ 建议旋转任务水管为PVC外插清扫口堵管子，内径50mm，丝口外径43mm，搜索关键词 **PVC水管外插清扫口**。
- ◆ 建议全向水管弯曲处为弯头连接配件，内径50mm，搜索关键词 **PVC水管 45度弯头**
- ◆ 具体配件如图10所示，水管与管帽之间连接处为了方便抓取拔出，建议用刀把水管外径削去一些。



图10 水管配件示意图

1.2.2 机械臂探测挑战赛

1.2.2.1 项目简介

本项赛事的技术难点主要在于如何提高移动机器人的越障能力、机械臂灵巧操作能力、探测搜查能力和控制信号的鲁棒传输等。操作手必须全程背对机器人，操作机器人至胶桶前，从不同高度、不同方位、对不同布置形式的目标使用机械臂进行探测，参赛队伍可自行选择目标进行探测。探测目标的内容如图 11 所示，操作手通过操控机械臂探测目标，观察到清晰的黑环缺口得分，每个目标有 5 条带缺口的黑环，每观察到 1 个缺口得 1 分。



图 11 目标的内容

1.2.2.2 比赛细则

➤ 比赛形式:

各参赛队伍通过线上会议直播的方式进行比赛。直播过程中，队伍需提供四个视角的录影机位，如图 12 所示，分别为：



图 12 提交视频画面

- **任务详情：**尽可能多地展示任务的细节。
 - **操作界面：**将操作界面保存为视频或使用摄像头拍摄并放大。
 - **操作手和机器人的第三视角：**在操作手后方拍摄以展示操作手背对机器人。
 - **操作手第一视角：**显示易读的时间戳、队伍和操作手的基本信息、所有操作手的手部动作。
- **比赛任务：**
- 如图 13 所示，任务的目标由不同的高度、方位和布置形式组合。高度分为 30cm、60cm、90cm、120cm 四档；探测方位分为从前方、上方和下方；布置形式分为桶盖上、开盖桶内和带盖桶内（遮挡）。
 - 按照布置形式分组（图 13 中红色框选为 1 组），探测任务可分为 8 组，每组 3 个目标（桶盖、开盖桶、带盖桶），

合计 24 个目标。每个目标具有 5 条带缺口黑环，清晰观察到一个缺口得 1 分，总计 120 个圆环。



图 13 不同高度、不同探测方位、不同布置形式的组合

- 每支参赛队伍的比赛时间为 25 分钟，5 分钟进行能力检测，20 分钟进行探测操作正赛。在 5 分钟能力检测时间内，如果参赛队完成测试可以直接开始比赛，剩余的能力检测时间不累加至正赛时间，即探测操作仍为 20 分钟。若 5 分钟能力检测时间结束后，参赛队未完成所有测试，可以选择占用正赛时间继续进行能力检测，待完成后再开始比赛，也可以直接开始比赛，时间分配由操作员自行决定。
- 机器人在完成 2 组后行进必须跨过一个 10cm 高的障碍（在完成第一组之前也必须跨过一个 10cm 高的障碍）。

➤ 评判准则：

-
- **得分有效条件：**探测任务是否完成由（图 12 中）②号画面判定，画面中**每个黑桶至少一次出现清晰的、完整的有色环内边缘**（如图 14 红色线条所示），该目标黑桶的圆环得分有效，否则得分无效；
 - **得分标准：**在②号画面内，首先判断是否满足得分有效条件，随后按每个黑桶出现清晰的黑环缺口数量记分；在 20 分钟正赛时间内，机器人可以使用遥控完成挑战，每探测一个圆环得 1 分，分数相同耗时更短者排名靠前。
 - **评判依据：**
 - ◆ 比赛采取线上会议直播的方式，受网络波动的影响探测任务的细节展示可能会不清晰，因此每个参赛队可采取截屏、录像等方式，务必记录下探测任务**清晰的**得分画面，以此作为各队伍之间互相评审的依据；若出现未保存得分的画面或者截图不清晰等情况，则以会议直播的录像为依据。
 - ◆ 允许摄像头进行缩放捕捉目标或多个摄像头同时捕捉目标，以捕捉到最清晰、圆环最多的为得分；视频、截图数量不限，但必须包含整个②号画面，并且带有时间戳（便于核对）；评判时视频和截图的结果都会纳入得分计算中，但不重复得分。

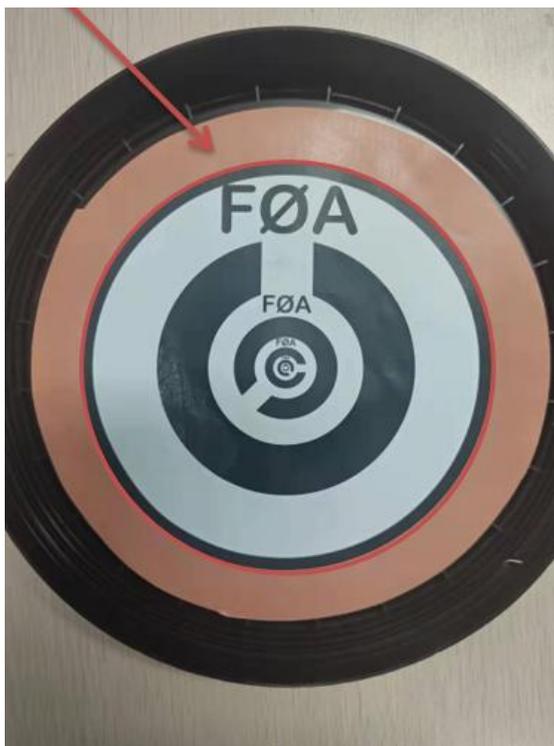


图 14 有色环内边缘

➤ 场地布置及器材：

■ 场地布置：

- ◆ 场地示例如图 15 所示，为 60cm 高度、正方方位的场地布置。由于会议直播评判对于高度判断存在一定误差，因此请各参赛队按照图 13 的标准进行布置，即：朝向正面的黑桶（盖）底部与指定高度水平相切，朝向上方的黑桶（盖）底部位于指定高度，朝向下方的黑桶（盖）底部位于指定高度。条件允许的话，可在旁边做个高度的标记。
- ◆ 场地的布置和胶桶的摆放位置：机器人每完成两组任务后，必须翻越 10cm 障碍才可进行下一组任务，场地布置满足此条件即可。
- ◆ 障碍最大高度 $\geq 10\text{cm}$ ，10cm 障碍朝向于机器人前

进方向



图 15 场地示例

■ 器材细节:

- ◆ 探测的圆环图案文件将在技术交流群中发布，请各参赛队留意。
- ◆ 任务的黑桶要求如图 16 所示，任务要求胶桶数量为 16 个，尺寸要求为上下直径约为 200mm，高度约为 200mm，桶盖需留出直径 100mm 的洞口。



图 16 胶桶参数

1.2.3 环境建图与探索

1.2.3.1 项目简介

本项赛事的技术难点主要在于如何提高移动机器人在非平坦环境下的定位建图能力、精细化建模能力等。操作手必须全程背对机器人，操作机器人在场地中跨越障碍的同时对周围环境进行精细的建模。主要的评价指标为放置在环境中的圆筒标志物，机器人需要对环境中墙壁隔开的两个半圆筒进行建模，并以建模得到的圆环的完整度进行评判。

1.2.3.2 比赛细则

➤ 比赛任务：

- 每支参赛队比赛时间为 30 分钟，在 30 分钟的比赛时间内，机器人在操作手遥控操作下进行环境建图，环境内设置五组如图 6 所示的绿色半圆桶（墙面的两侧各一个半圆桶，整体组合成圆桶），环境建图的好坏将由这五组桶组成的圆的完整程度评价。
- 机器人建图时至少每 4 米跨越一次 10cm 高的障碍（斜坡也可以，斜坡最大高度不低于 10cm 即可）。

➤ 评判准则：

- 参赛队伍最终提交的地图必须符合 GeoTIFF 格式，这是为了能与真实场地的地图方便比对，以判断所见图的质量和准确度。地图的准确度建议自动评分（如果可以做出合理的评分算法系统），否则根据技术委员会（TC）

的讨论决定。

- 在比赛结束后，参赛队需要提供带时间戳的地图供评分使用。评分将由各参赛队互评，如有参赛队有异议则由组委会仲裁，评分依据为地图中五个圆环的数量以及圆环的完整及准确程度，每个圆环的完整度最高分为5分，总分25分。

➤ **场地布置及器材：**

■ **场地布置：**

场地设置示意图如图17所示，场地搭建需要5组半圆桶，圆筒布置在中心距离地面1m高（如图17中绿色半圆桶所示，红色半圆桶可忽略）。整体要求如下：

- ◆ 每面墙至多布置两组桶；
- ◆ 每组桶之间圆心距离至少2米；
- ◆ 机器人在建图时，任何视角不得同时出现3组及3组以上的桶在机器人视野里；
- ◆ 在任何时候机器人的视角里不得同时出现同一组桶的两个半圆。
- ◆ 场地参考如图18所示（障碍未画出）：为了防止机器人在A点同时看到同一面墙的两侧同组半桶C和D，应当增加灰色墙面B，同时确保机器人在任何位置不会同时看到三组及三组以上的桶。



图 17 建图场地设置示意图

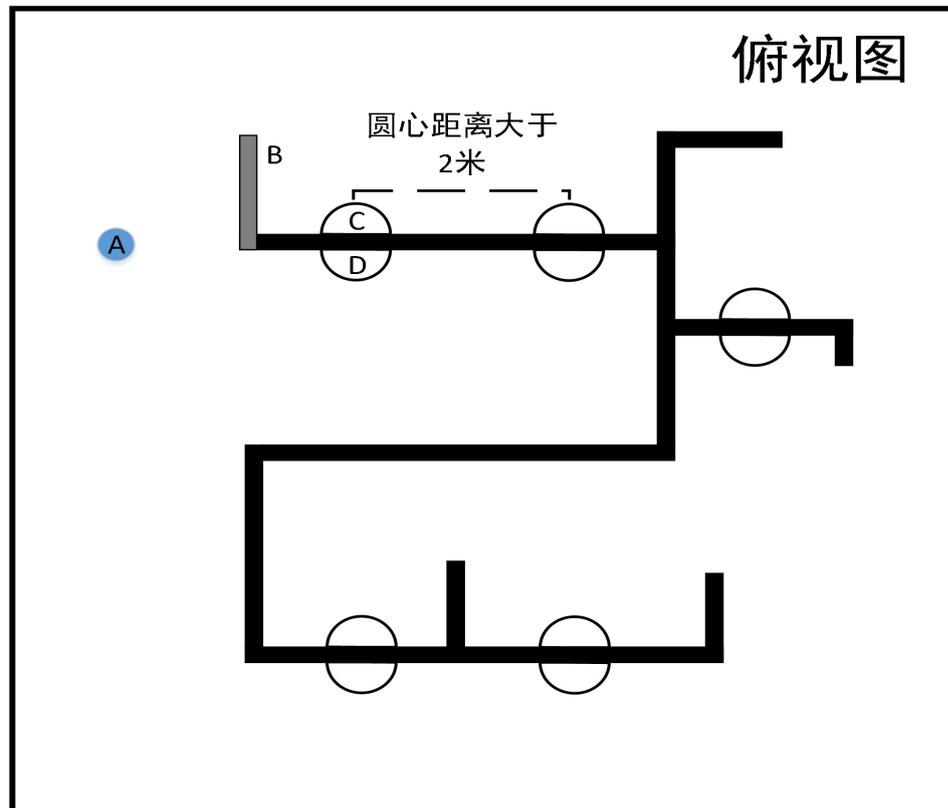


图 18 符合规则的建图场地设置参考图

■ 器材细节：

任务所需的半圆筒尺寸为直径 60cm、高 100cm（高度没太多要求）；建议可使用瓦楞纸板（100cm*100cm）围成半圆筒的形状进行布置，如图 19 所示。

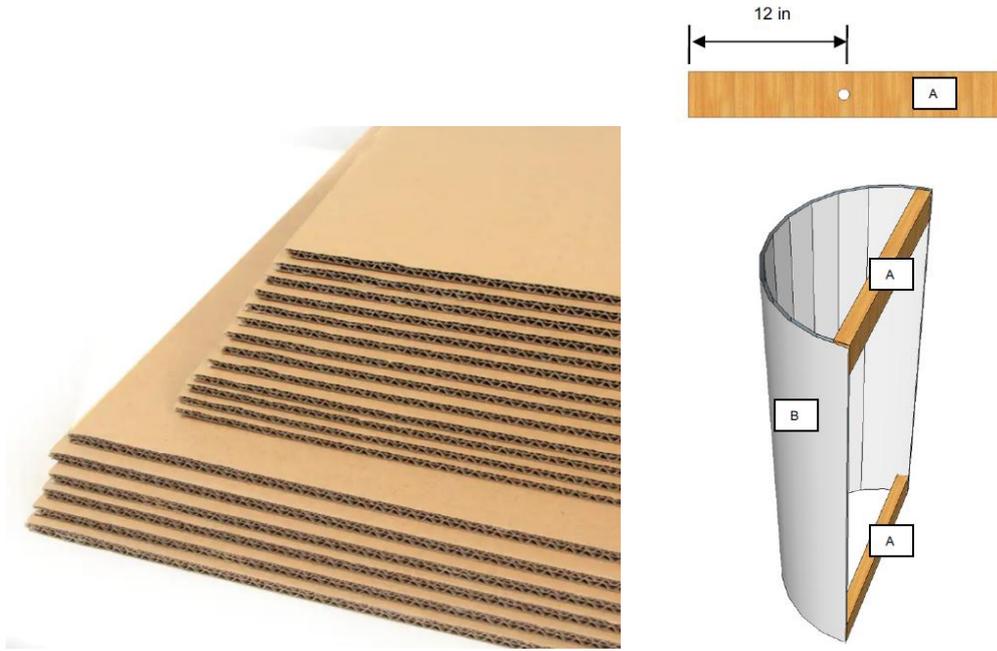


图 19 比赛道具示意

1.2.4 能力检测

1.2.4.1 能力评分细则

除了环境建图与探索项目外，在每场比赛开始之前，机器人都需要进行能力检测，所得分数进行累加，作为能力系数。能力检测分为以下 8 项，如图 20 所示，每项对应一个能力系数：

- 二维码检测（1 分）：框处二维码在图像中的位置并识别二维码内容（G）；
- 危险品标记检测（1 分）：同时框出 3 个及以上危险品标签在图像中的位置并正确识别标签类别（F）；
- 热源检测（1 分）：检测发热物体（J）；
- 机械臂触碰（1 分）：触摸螺钉（H），并停留 1s；
- 机械臂旋转（1 分）：抓住砂轮旋转 180°（B）；
- 机械臂抓取（1 分）：抓起砂轮并放到篮子外；

- 机械臂探测（1分）：探测管中的最小圆环的朝向（C）；
- 磁极检测（1分）：检测出磁铁的南北极，并显示在操作手界面（I）。



图 20 能力检测细节示意图

1.2.4.2 能力检测的器材

以下器材的选型皆为一些建议，各参赛队伍可自行搭建，只要能够满足相应的要求即可。

- 小木桩（A）：10cm*10cm*30cm 的小木桩；
- 砂轮（B）：直径 5cm 的砂轮（可用尺寸接近、能转动的物品替代），砂轮伸出的轴插入木桩，能够转动、拔出；
- 小水管（C）：直径 5cm，高 5cm 的 PVC 水管，水管的顶部与篮子的最高平面平齐；

-
- 篮子 (D): 长宽高皆为 30cm 的 PVC 篮子;
 - 危险品图案 (F)、二维码 (G) 和小水管 (C) 的图案都会
在技术交流群中发布;
 - 螺钉 (H): 尺寸为 M6 的螺钉;
 - 磁铁 (I): 教学磁棒, 安装在距离小木桩上表面 10cm 处;
 - 热源 (J): 可用暖宝宝等作为热源。

1.2.5 比赛最终得分:

除了环境建图与探索项目外, 灵巧操作挑战赛和机械臂探测挑战赛的成绩由能力检测系数乘以项目得分。所有三个项目比赛结束后的分数将以最高分折合成百分制, 如: 通过能力挑战赛排在第一的参赛队成绩为 160 分, 则最后以 100 分计入总成绩; 第二名为 120 分, 则最终以 75 分计入总成绩, 以此类推。救援机器人组比赛的总奖项将根据总成绩评选, 单项冠军则由每个项目折合成百分制后的分数评选。

1.3 赛前调试、设备协调会

无

1.4 赛程安排

比赛项目	时间安排
灵巧操作挑战赛	2023/03/04 14:30-15:00
机械臂探测挑战赛	2023/03/04 15:00-16:00

1.5 技术交流群

设置了救援机器人比赛微信群和 QQ 群（QQ 群号：559083491），所有参赛过比赛的队伍和拟参赛队伍均有代表在群中，由技术委员会与组织委员会对感兴趣的参赛队解答疑问。

1.6 其他说明

1. 比赛中所用的二维码、危险品标志、探测图案可在技术交流群获取；
2. 本规则参考 RoboCup2022 救援机器人国际赛规则制定。

二、 相关需求——对组委会的要求

比赛共需志愿者 0 名，有技术委员会解决 0 名，由组委会安排 0 名。

三、 赛事录制与直播

赛事中较为精彩激烈、可供直播的时段。如果没有具体时间节点，可以针对“1.4 的赛程”列出哪几个赛段可以直播，并提供一名解说人。

赛事录制人员（至少 2 人或以上录制）：由技术委员会中一名成员和组委会的裁判进行录制，各参赛队伍对其参赛时段的内容录制。

直播时段：2023/03/04 14:40-17:30

直播解说人：无