

中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛

2024 年度赛事规则

赛项：救援机器人

项目：智能四足救援机器人

2024 中国机器人大赛救援机器人赛项技术委员会

2023 年 12 月

目录

一、项目背景	2
二、技术委员会与组织委员会	3
2.1 技术委员会	3
2.2 组织委员会	4
三、资格认证要求	6
四、参赛人员要求	7
五、技术与竞赛组织讨论群	8
六、比赛场地及器材	9
6.1 比赛场地说明	9
6.2 比赛器材说明	11
七、赛事规则要求与评分标准	13
7.1 正式赛规则	13
7.1.1 越障任务	13
7.1.2 搜寻任务	14
7.1.3 救援任务	16
7.2 附加赛规则	17
7.3 评分标准	18
7.3.1 评分方法	18
7.3.2 评分细则	18
八、机器人要求	20
九、赛程赛制	21
9.1 竞赛流程	21
9.2 竞赛时间	22
9.3 申诉与仲裁	22
十、附加说明	23
附件：参赛队伍资格认证模板	24

一、项目背景

四足机器人作为机器人工程和仿生学领域中的先进成果，其设计灵感源自自然界中的四肢动物，通过模仿这些动物的运动原理，实现了一种既稳健又具备高度机动性的地面移动机器。这些机器人融合了当今自动化技术最前沿的成果，包括精确的传感器网络、复杂的动力学控制算法及协同工作的伺服驱动单元，旨在完成最为困难的任务，同时确保运行效率和机动灵活性。

四足机器人的优势在于其多地形适应性与稳定性。与传统的轮式和履带式机器人相比，它们能够稳重地穿行于不平坦、崎岖的环境中，并能有效越过障碍物。本质上，这些机器人所配备的动态平衡系统可在突发外力影响或不稳地面情况下维护稳定性，显著减少倾覆的风险。此特点在需要应对灾害环境或进行军事侦察的操作中特别珍贵。在紧急救援方面，它们能够进入遭受地震或其他灾害影响的区域，搜寻生还者并评估风险环境。农业方面，四足机器人可以监控作物生长，参与田间管理。在工业环境中，它们可执行设施巡检，尤其是在暴露于潜在化学或物理危险的地方。在商业和家庭领域，这些机器人增添了崭新的服务角色，作为助手出现于日常生活之中。

展望未来，随着人工智能技术的不断进化，四足机器人在智能化程度上也将得到显著提升。自主操作、远程管理和机器人协作将成为这一领域发展的新趋势，进一步扩展了四足机器人的应用范围。它们精确的步态控制和高度适应性预示着机器人不仅在特定领域内，而且将在多领域跨界整合，发挥日益重要的作用。毫无疑问，随着技术的不断成熟和应用的拓展，四足机器人将继续引领自动化和机器人技术的发展潮流。

本赛项模拟四足机器人野外搜救场景，通过越障任务、搜寻任务、救援任务来考察参赛队员的编程能力、算法设计能力、硬件设计能力以及任务规划与优化能力。本次比赛旨在培养参赛者在团队合作、创新思维、问题分析和实际操作能力方面的综合素质。更进一步，比赛希望通过这一平台激发广大青年人才对机器人技术的热情与兴趣，推动该领域的发展与创新，从而为人类社会带来更多的便利与价值。

二、技术委员会与组织委员会

2.1 技术委员会

表1 技术委员会

序号	姓名	单位 / 职称	电话/邮箱	在技术委员会中的分工	参赛经历、赛事组织经历
1	卢惠民	国防科技大学智能科学学院 / 教授、博士	13787107837 lhmnw@nudt.edu.cn	技术委员会负责人，负责总体规划	自2003年以来一直参加 RoboCup 相关赛事；2010年起指导学生参加 RoboCup 相关赛事；2016年组织 RoboCup 中国赛救援机器人组比赛；2016年起组织中国机器人大赛救援机器人组比赛。
2	黄英亮	西北工业大学 / 副教授	13152160655 447029359@qq.com huangyl@nwpu.edu.cn	协助负责比赛组织工作	中国自动化学会机器人竞赛工作委员会委员，2015-2018年舞蹈机器人比赛项目技术委员会负责人，2013-2018年指导学生参加救援机器人组比赛。
3	于文涛	中南林业科技大学 / 讲师、博士	13467589376 wentaoyu@gmail.com	协助负责比赛的工作	2004年以来一直参加 RoboCup、中国机器人相关赛事；2016年以来指导学生参加 RoboCup、中国机器人大赛等相关赛事，包括 RoboCup 足球仿真、RoboCup 救援仿真、中型组仿真赛等；参与组织中型组仿真赛。

4	张学习	广东工业大学自动化学院 / 副教授、博士	15360001017 zxxnet@gdut.edu.cn	协助负责人参与比赛技术问题解答	2002年以来一直参加 RoboCup、中国机器人大赛相关赛事；2011年以来一直指导学生参加 RoboCup、中国机器人大赛相关赛事，包括中型组仿真赛、救援仿真赛、小型组比赛等。
5	王秋辉	杭州云深处科技有限公司	15821479161 Kevinwqh@163.com	协助负责人参与比赛技术问题解答	负责云深处教育市场。负责技术支持和赛事组织。

2.2 组织委员会

表 2 组织委员会

序号	姓名	单位 / 职称	电话 / 邮箱	具体分工	参赛经历、赛事组织经历
1	曾志文	国防科技大学智能科学学院 / 副教授、博士	15616662224 z7z7w7@126.com	组织委员会负责人，负责比赛时赛程制定、裁判选拔培训，成绩汇总上报。	自 2009 年以来一直参加 RoboCup 相关赛事；2016 年起指导学生参加 RoboCup 相关赛事；2018 年组织中国机器人大赛中型组仿真比赛。

中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛智能四足救援机器人项目竞赛规则

2	王秋辉	杭州云深处科技有限公司	15821479161 Kevinwqh@163.com	协助负责人 参与比赛技术问题解答	负责云深处教育市场。负责技术支持和赛事组织。
---	-----	-------------	---------------------------------	---------------------	------------------------

三、资格认证要求

各参赛队机器人在参加比赛前进行参赛资格认证，并由技术委员会评审，评审通过后方可参赛。每支队伍需要在报名的同时将资格认证材料发送至指定邮箱 (hylyulu@163.com)，发送时需注明学校与队伍名称，不提交资格认证的队伍不具备比赛资格，资格认证材料内容包括三个部分。

第一部分：队伍介绍。主要包括团队成员介绍、以往参赛经历介绍等，最终提交一份不少于 4 页的 pdf 文档，要求正文字体为宋体四号，1.5 倍行距，尽量保证排版美观。

第二部分：四足机器人介绍。主要包括机器人的外观、重量、尺寸、整体系统框架、功能介绍等，最终需要提交一份不少于 4 页的 pdf 文档，要求正文字体为宋体四号，1.5 倍行距，尽量保证排版美观。

第三部分：四足机器人功能展示视频。主要展示四足机器人的相关功能，如跟随、识别、导航等，时长不超过 90s，大小控制在 10M 以下。

四、参赛人员要求

表 3 参赛人员要求

职位	人数
指导老师	1-2
参赛队员	1-5（每支队伍研究生不得超过 2 人）

五、技术与竞赛组织讨论群

设置了救援机器人比赛智能四足机器人赛项微信群和 QQ 群（QQ 群号：768218843），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。

六、比赛场地及器材

6.1 比赛场地说明

比赛场地的整体面积约为 6000*9000mm，场地上贴有宽 40mm 的白色循迹线，循迹线只作为导航辅助，各参赛队伍可自行选择是否循迹。场地俯视图如图 1 所示，场地正等轴测图如图 2 所示，场地区域划分图如图 3 所示。

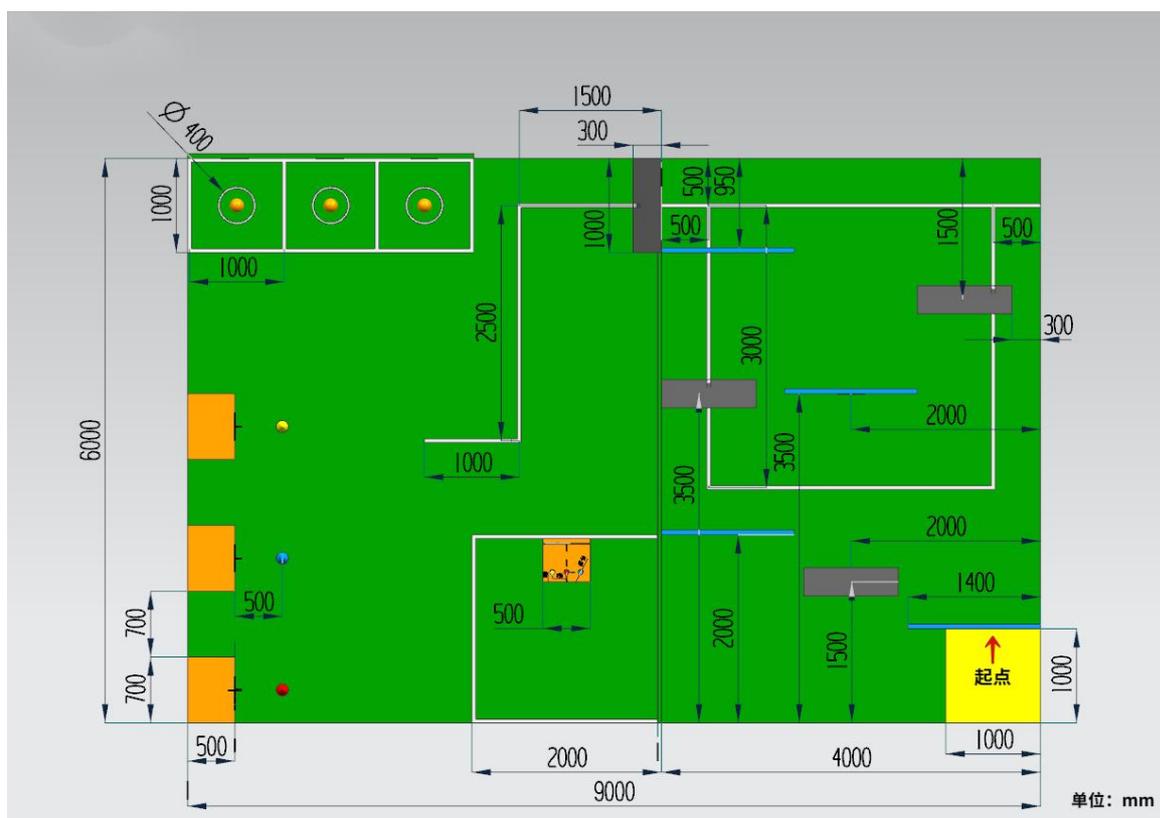


图 1 场地俯视图

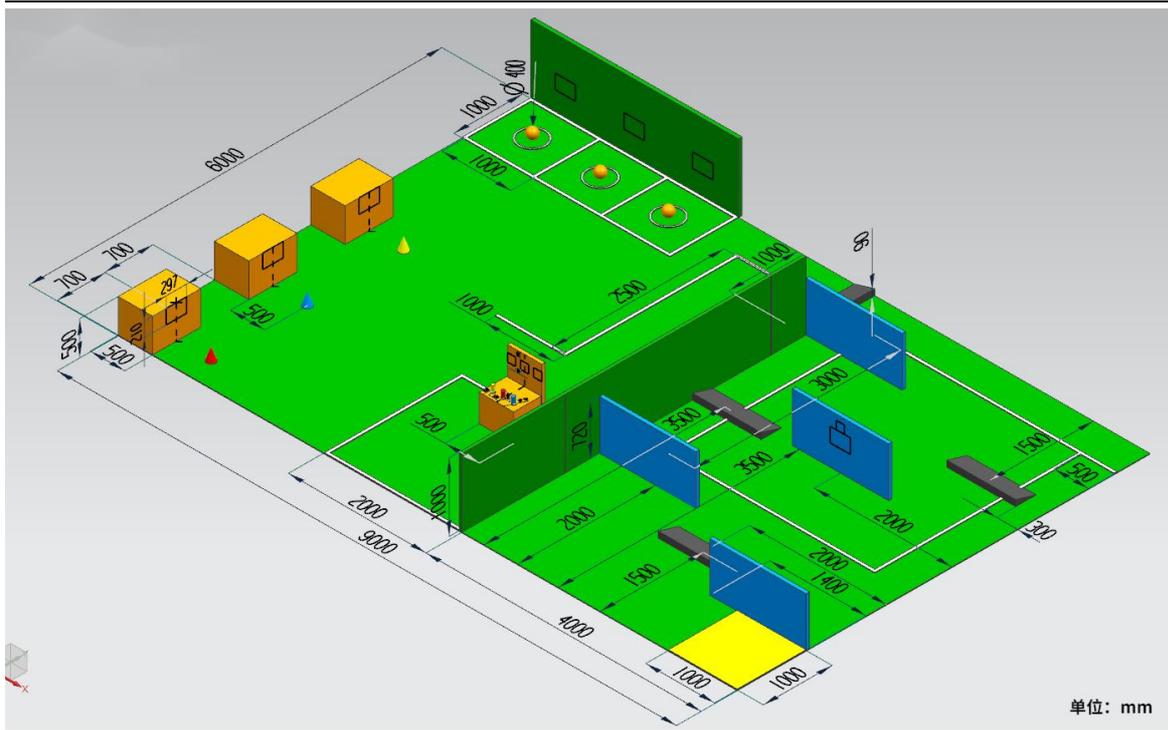


图2 场地正等轴测图

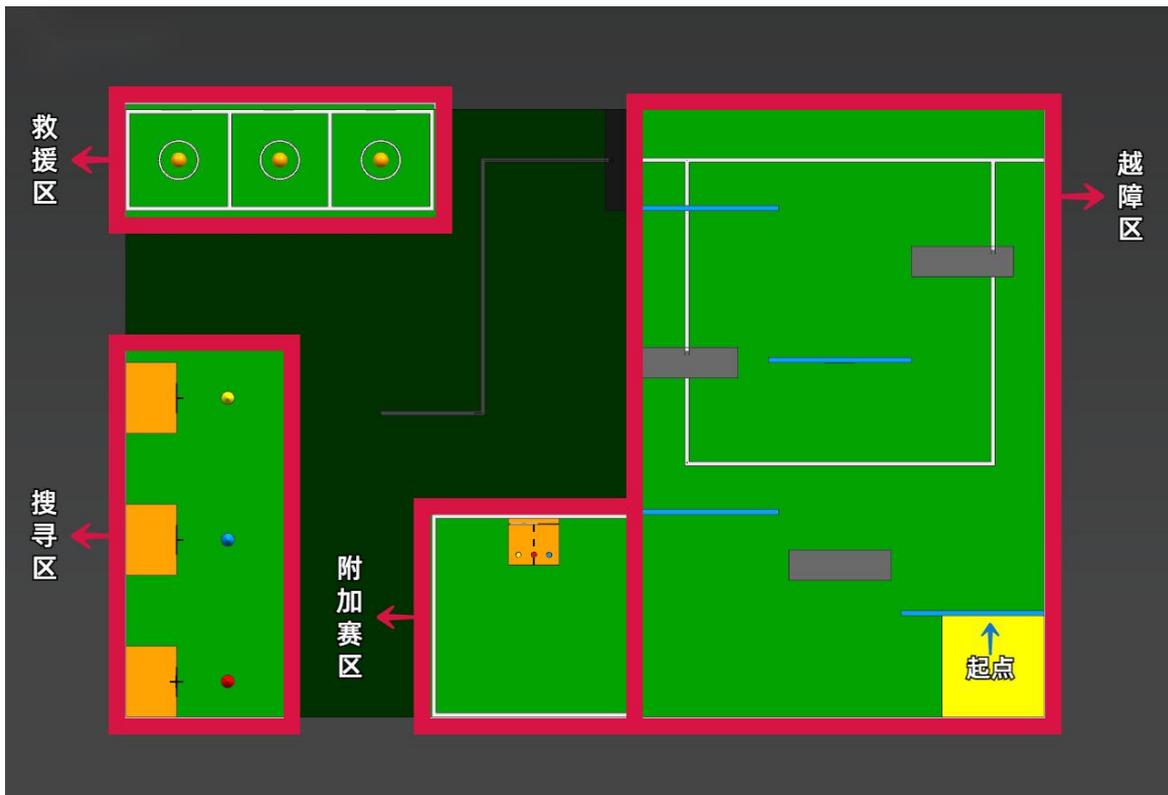


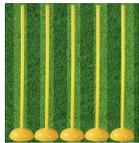
图3 场地区域划分图

6.2 比赛器材说明

表 4 比赛器材说明

序号	器材名称	器材图片	器材规格/数量	购买链接
1	人造草皮		9000*3000mm /2 块	https://m.tb.cn/h.5M3WRIOPDEtQ0Kq?tk=wIMHWTtrZNB
2	红、黄、蓝锥形桶		130*180mm /3 个	https://m.tb.cn/h.5LXmA0OaIuevriY?tk=dUBqWTtzVT6
3	正赛纸箱		700*500*500mm /3 个	https://m.tb.cn/h.5Mtw2Qfq1WMe7Rj?tk=Fh4wWTGZ0Yu
4	附加赛纸箱		500*400*400mm /1 个	https://m.tb.cn/h.5Mtw2Qfq1WMe7Rj?tk=Fh4wWTGZ0Yu
5	纸板		500*800mm /1 个	https://m.tb.cn/h.5Mty6uhf4aGGXG6?tk=JM5UWTGYewK
6	橙色小球		2 号直径 150mm /1 个	https://m.tb.cn/h.5LXKhE6kdeqJh2m?tk=4nAsWTGbqNm
7	马路牙子		1000*300*90mm /4 个	https://m.tb.cn/h.5o6FYLhfuCCf9NP?tk=RtDRWTGa6RI
8	白色布基胶带		白色-宽 40mm /3 个	https://m.tb.cn/h.5o6vNw7eBNtlha1?tk=za0lWTGaqEK
9	人偶		灰色系 /人偶家庭套 6 个	https://m.tb.cn/h.5o6vkvQ4SH8HGR2?tk=a3L1WTGZhKA

中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛智能四足救援机器人项目竞赛规则

10	蓝色围挡		1400*720mm /4 个	https://m.tb.cn/h.5MGdnkx6ixGcuZZ?tk=BevwWTGTfj0
11	红、黄、 蓝圆柱体		直径 50*高 100 mm /3 个	https://m.tb.cn/h.5MGWt1U?tk=hz57WTGhDsj
12	绿色围挡 布		宽 980*长 10000 mm /1 捆	https://m.tb.cn/h.5M3lkoIALRYyjOJ?tk=mRTFWTG0ADo
13	绿色围挡 栏杆		圆口底座+1000 mm 杆子 /5 套	https://m.tb.cn/h.5LXDwolsSfrJ5T1?tk=ey55WTGgPyc
14	识别素材	/	/	链接: https://pan.baidu.com/s/1_6xRuiffOJE6d6qhUQzDgg 提取码: 1234

七、赛事规则要求与评分标准

7.1 正式赛规则

正式赛分为越障任务、搜寻任务、救援任务三个部分。

7.1.1 越障任务

本任务模拟四足机器人于野外复杂环境进行越障作业，越障区如图 3 所示。场地放有 4 个长 1400mm 高 720mm 的蓝色围挡与 4 个高 90mm 长 1000mm 宽 300mm 的黑色马路牙子。四足机器人需从起点出发，避开蓝色围挡以及越过黑色马路牙子至搜寻区，其中，距离起点边界 3500mm 处的蓝色围挡上贴有道路指示标志与表示救援 A 区或 B 区或 C 区的 QR 码，道路指示标志与 QR 码的贴法如图 4 所示，道路指示标志与 QR 码示例图如图 5 所示。四足机器人需识别出道路指示标志与 QR 码并进行语音播报，而后根据道路指示标志判断行进方向，最后到达搜寻区。注意，四足机器人运动时不得出绿色场地。

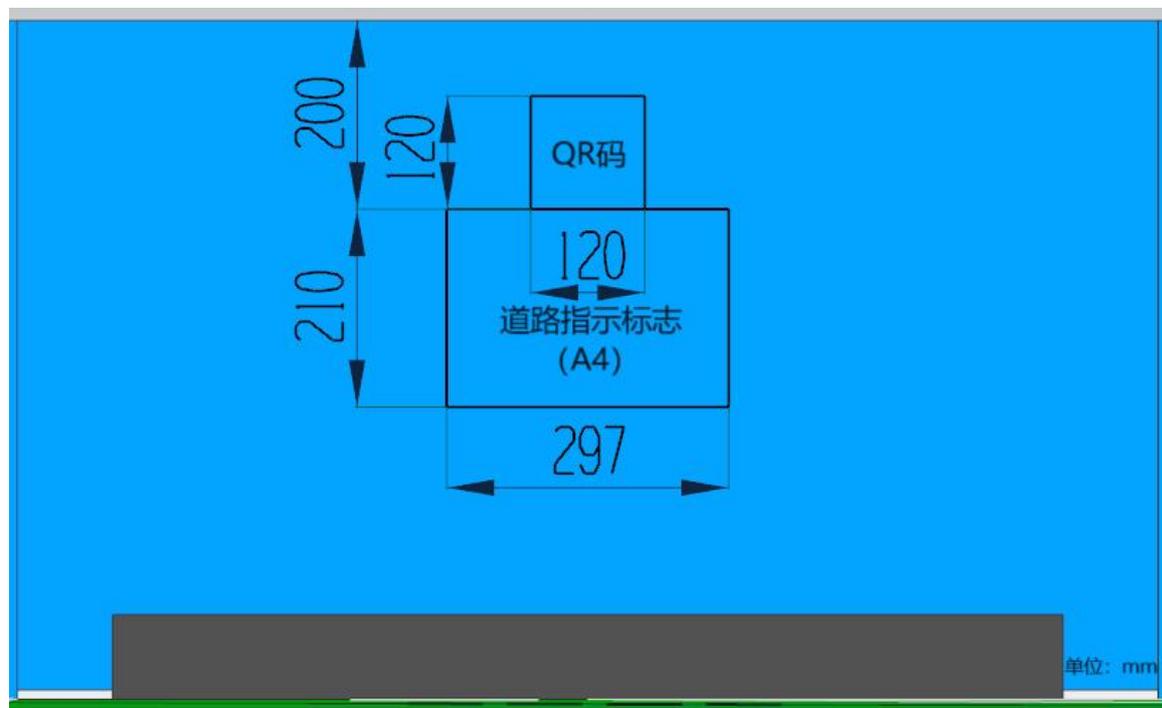


图 4 道路标志与 QR 码贴法

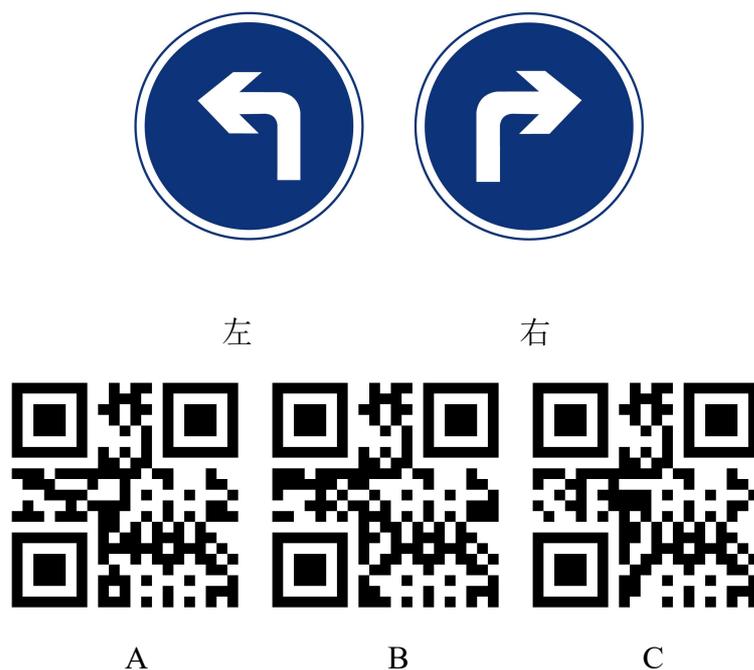


图 5 道路指示标志与 QR 码示例图

语音播报格式举例：如果蓝色围挡上贴的是向左转道路标志和表示救援 A 区的 QR 码，则播报：“走左边道路，救援区域为 A 区”。

7.1.2 搜寻任务

本任务模拟四足机器人于野外进行搜寻作业。场地中有三个搜寻区域纸箱，每个纸箱前 500mm 处放有红、黄、蓝三种颜色不一的锥形桶代表红、黄、蓝三种区域，其高度 $\leq 180\text{mm}$ ，每个纸箱上放有 0~6 个人偶，其高度 $\leq 120\text{mm}$ 。四足机器人的搜寻任务为：识别出纸箱前锥形桶的颜色并准确播报，识别出纸箱上贴的危险标志并准确播报，识别出纸箱上的人偶数量并准确播报。如果人偶数量大于 0，则点两次头，如果人偶数量等于 0，则摇两次头。注意，四足机器人运动时不得出绿色场地。

举例说明：如果四足机器人看到红色锥形桶、当心火灾标志、两个人偶，则播报内容为“红色区域发现火灾，受困人数两人”并做出连续两次点头动作。如果四足机器人看到黄色锥形桶、当心爆炸标志、零个人偶，则播报内容为“黄色区域发现爆炸，受困人数零人”并做出连续两次摇头动作。

三个搜寻纸箱长宽高为 700*500*500mm，危险标志需用 A4 纸彩色打印出来贴在纸箱中间，危险标志分别是当心火灾标志、当心爆炸标志、当心水灾标志、当心塌方标志和当心冒顶标志，如图 6 所示。



图 6 危险标志

纸箱上方的人偶如图 7 所示。



图 7 救援人偶

纸箱上危险标志贴法如图 8 所示。

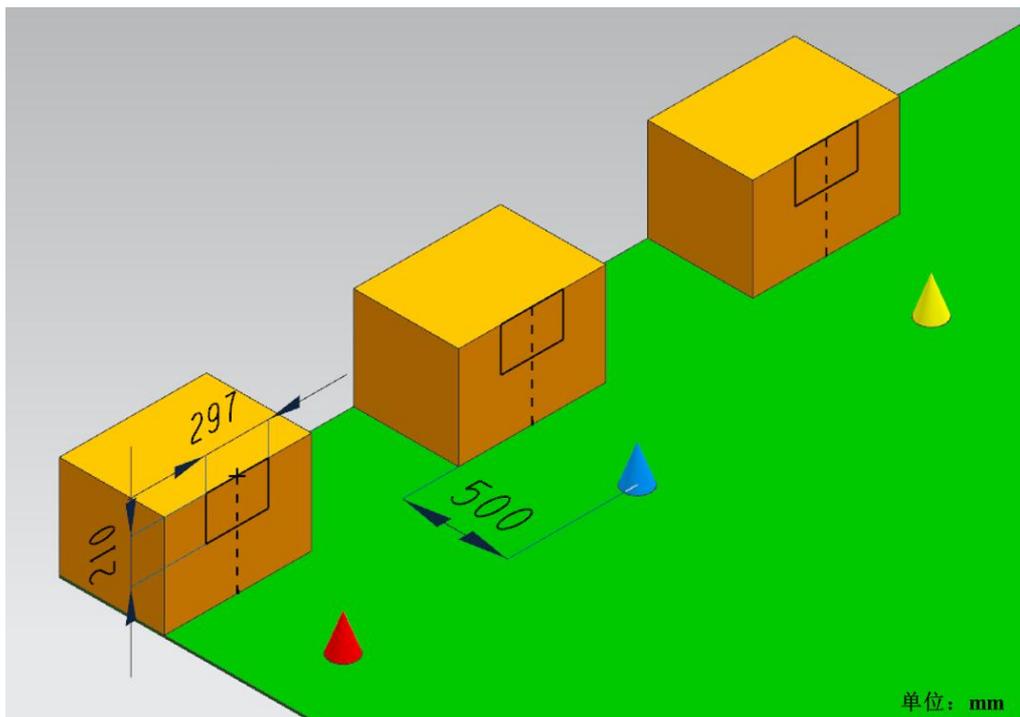


图 8 危险标志贴法示例图

7.1.3 救援任务

本任务模拟四足机器人于野外进行救援作业。场地上的 A、B、C 三个区域为救援区域，区域正中央放有直径为 150mm 的橙色小球，救援区示意图如图 9 所示。四足机器人需根据在越障区识别到的 QR 码来判断需要踢动哪个区域的橙色小球，橙色小球被踢出直径为 400mm 的白圈才算踢球成功。



图 9 救援区示意图

7.2 附加赛规则

参加附加赛的队伍需要在正赛前提出，参赛队伍可自行选择是否参加附加赛。附加赛需要机械臂和四足机器人协同完成。参赛队伍有最多 5 分钟的时间加装机械臂，5 分钟过后无论是否加装调试完成均要开始附加赛，附加赛限时 3 分钟。机械臂可以自行设计。

比赛开始前，四足机器人和参赛者到达出发点。参赛者向裁判举手示意准备完毕后开始 3 分钟倒计时。四足机器人需从附加赛出发区域出发，附加赛挑战区域由一个纸箱和一个纸板组成，纸箱的长宽高为 500*400*400mm，纸板长宽为 400*800mm。附加赛纸箱上放有红、黄、蓝三种颜色的圆柱体，圆柱体的直径为 50mm，高为 100mm。圆柱体与圆柱体之间的摆放距离为 150mm，圆柱体距离纸箱外侧边界为 100mm。圆柱体后方的纸箱上从左至右分别贴有存放颜色 RGB 信息的 QR 码，QR 码的长宽为 120*120mm，QR 码与 QR 码之间的摆放距离为 70mm，QR 码距离上侧边界为 100mm。选手需识别三个 QR 码得出圆柱体的颜色信息，然后使用机械臂抓取相应颜色的圆柱体，机械臂成功抓取圆柱体且使其离开纸箱则算挑战成功，抓错或未抓取则算挑战失败，附加赛结束。如果比赛 3 分钟计时结束，则不论任务是否完成，比赛立即结束。附加赛纸箱三维示例图如图 10 所示。三种颜色所对应的 RGB 值如表 5 所示

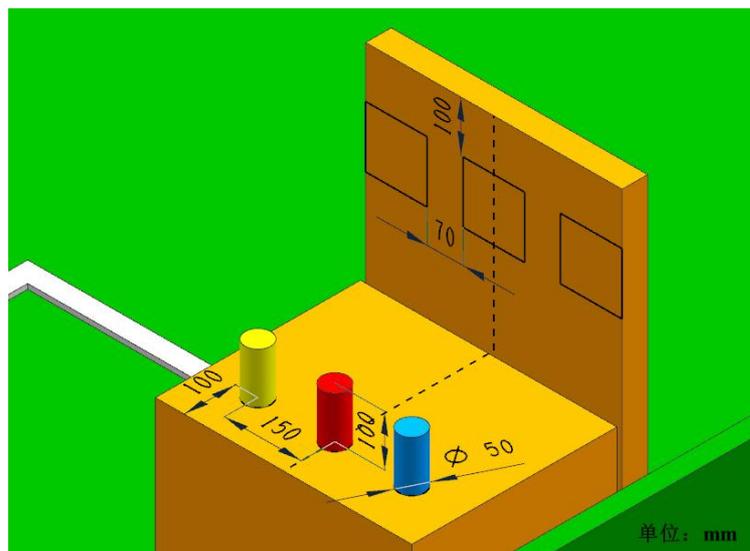


图 10 附加赛纸箱三维示例图

表 5 RGB 值对照表

颜色	R 值	G 值	B 值
红	255	0	0
黄	255	255	0
蓝	0	255	255

7.3 评分标准

7.3.1 评分方法

比赛的最终得分=任务分×80%+技术报告分×20%，得分相同的队伍则参考比赛用时排序。

7.3.2 评分细则

任务分评分细则如表 6 所示

表 6 任务分评分细则

比赛任务	任务子项	任务得分	分值说明
越障任务	越过马路牙子	+5	三个马路牙子共 15 分；
	识别并播报道路指示标志	+5	共 15 分；
	识别并播报 QR 码	+5	
	行走正确方向的道路	+5	
	碰歪蓝色围挡	-2	最多扣 5 次，即-10 分；
搜寻任务	识别并播报搜寻区域颜色	+5	一个区域 15 分，三个区域共 45 分；
	识别并播报正确的被困人数	+5	
	做出正确的点	+5	

中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛智能四足救援机器人项目竞赛规则

	头或摇头动作		
救援任务	踢动正确区域的橙色小球	+10	共 10 分；

技术报告分评分细则如表 7 所示：

表 7 技术报告分评分细则

一级指标	二级指标
技术方案 40%	系统方案完整、架构合理、切实可行；
	系统方案具有一定先进性，或者研究有深度，算法有延展、改进、优化；
	方案有实测数据支撑；
	整体工作量饱满；
文档呈现 40%	文档撰写规范，语句通顺流畅，语法正确，标点符号规范；
	文档图文并茂，排版合理；
	关键性代码解释清晰；
工程代码 20%	工程代码完整；
	代码风格良好，注解清晰；

技术报告成绩等级划分如表 8 所示：

表 8 技术报告成绩等级划分

等级	分数范围
A	$90 \leq X \leq 100$
B	$75 \leq X < 90$
C	$60 \leq X < 75$
D	$0 \leq X < 60$

技术报告模板下载地址如表 9 所示：

表 9 技术报告模板下载地址

链接	https://pan.baidu.com/s/1lPewB70tLwWebGJa62eZsw
提取码	1234

八、机器人要求

为保证比赛公平公正，四足机器人在参加比赛前需进行检录，并对参赛的四足机器人进行如下限定：

1. 四足机器人的足底不能用充气气囊，电机需采用内转子设计，关节模组外径 65-75mm；四足机器人的运动控制系统需为 RT Linux，通讯总线需采用 CAN 总线通讯；四足机器人持续行走最大负载能力 5-7.5kg。
2. 对参赛设备采用集中安全审核方式，审核合格后，由裁判员做上标记，赛中还将采取抽审和复审等方法审核；擅自更换参赛设备或毁坏参赛标记者，将立即取消参赛资格。
3. 进行维修后的设备要重新审核。参赛队可自备备用机，比赛中机器人没有开始可以更换备用机，一旦哨声开始将不得更换设备，一个学校的参赛队伍可以使用同一台备用机，但是备用机只能在一个队伍中使用。即：如果 A 高校有 A1、A2、A3 三支队伍，拥有 R1、R2、R3、R4 四台机器人，R4 可以为 R1、R2、R3 同时做备用机，但是如果在 A1 中使用后，就不可以再为 A2、A3 作为备用机。
4. 机器人姓名：要求给每台机器人取一个名字，用于报名、登记、标示、识别。如：飞电、奔跑 1 号等。姓名长度不超过 7 个汉字，2 个字母/数字算一个汉字。
5. 参赛队名称：一台机器人及相关的指导老师与学生为一个参赛队，队名即为机器人姓名，不必另起参赛队名称。
6. 指导老师：应明确每台机器人对应的指导老师。

九、赛程赛制

9.1 竞赛流程

赛前会对各参赛队伍的设备进行集中资格审核与检录，审核合格后由裁判员做上标记，擅自更换参赛设备或毁坏参赛标记者，将立即取消参赛资格。各参赛队伍可自备备用机，备用机需与正式机一起进行资格审核与检录，审核合格后由裁判员做上标记。竞赛流程见图 11 所示。

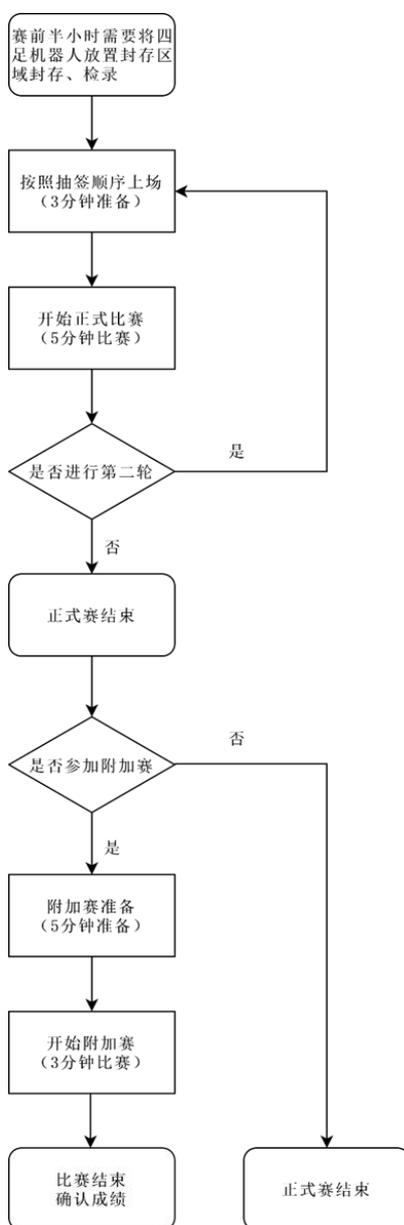


图 11 竞赛流程

9.2 竞赛时间

比赛分为正式赛和附加赛两部分，其中正式赛有两次挑战机会，比赛结束取最好成绩；附加赛只有一次挑战机会，且参加附加赛的队伍需在正式赛前向裁判提出比赛申请。

正式赛比赛时间为：第一轮比赛准备时间 3 分钟，第一轮比赛限时 5 分钟，第二轮比赛准备时间 3 分钟（如有），第二轮比赛限时 5 分钟（如有）。

附加赛比赛时间为：赛前准备时间 5 分钟（如有），比赛限时 3 分钟（如有）。

9.3 申诉与仲裁

一场比赛结束后，裁判会在打分表上记录任务得分以及比赛用时等信息，每支参赛队伍的队长需在一场比赛结束后 3 分钟内在裁判处确认成绩并签字，队长签字确认过成绩之后便不能提起申诉。若队长未在 3 分钟内到达裁判处确认成绩并签字且未提出申述的，视为默认当场比赛结果。

各参赛队伍可以在一场比赛结束 3 分钟之内提出申诉，主裁判与仲裁委员会根据证明材料以及现场监控视频共同给出申诉结果。申诉成功者会更正比赛成绩或重赛，申诉失败者维持原有比赛成绩。

十、附加说明

无。

附件：参赛队伍资格认证模板

参赛队伍资格认证模板下载链接如表 10 所示：

表 10 参赛队伍资格认证模板

链接	https://pan.baidu.com/s/17Cg_mRtLkljPiW8grJO1OQ
提取码	1234