

# 2019RoboCup 机器人世界杯中国赛比赛规则

## 救援机器人组项目

2019RoboCup 机器人世界杯中国赛  
救援机器人组项目技术委员会

2019 年 1 月 29 日

## 目 录（宋体 四号）

- 一、项目简介 3
- 二、技术委员会 4
- 三、赛项说明 4
- 四、比赛场地及器材 5
- 五、机器人要求 9
- 六、评分标准 9
- 七、赛程赛制 16

## 一、项目简介

救援机器人组比赛的目的是为促进城市搜救机器人技术的研究与发展，通过竞赛可以为救援机器人在复杂环境下运行提供性能客观评价标准。比赛中，各参赛队需要完成具有挑战性的任务，在完成任务的过程中充分展示其救援机器人性能（机动性，感知能力，定位建图能力，操作界面，远程操控性、自主能力等）。比赛是一个救援机器人技术进步展示的舞台，也是检验救援机器人系统的实验场。比赛的最终目标是将机器人用于真正的救援任务。

比赛任务是控制救援机器人在迷宫式的场地中搜救模拟的被困者，获胜队伍必须能够很好的完成若干任务。比赛总成绩将按照完成所有任务后的总分高低排出冠、亚、季军，另外设置三个单项挑战赛冠军:通过能力挑战赛、灵巧操作挑战赛以及自主能力挑战赛。

一座建筑物在地震中倒塌，突发事件处理救援队负责在事发地点组织救援，请求增派救援机器人协助搜救建筑物内的被困者，以防余震造成的再次伤害。在建筑物入口处环境状态未被破坏，但是随着进入建筑物内部，毁坏程度将会逐步增加。救援机器人及其操作者的任务就是确定现场环境、寻找被困者，并将获得的信息（被困者位置和状态）标记在救援机器人所建立的现场地图上。

比赛主要考核的机器人性能包括以下几个方面：

- 能够通过危险，倒塌和杂乱的环境；
- 确定被困者状态和被困者位置；

- 自动建立环境地图；
- 机器人的自主运行能力；
- 机械臂灵巧操作能力。

在比赛中展示机器人的其他性能也会被提倡和受到欢迎，包括：

- 递送救援物资；
- 安置传感器及监控环境；
- 标示和计算到达被困者距离最近的路径；
- 帮助被困者脱离危险（比如提供对建筑结构的支撑或其他安全措施，帮助被困者逃脱）。

## 二、技术委员会

负责人：张辉，国防科技大学，1397319960

成 员：许映秋，东南大学

黄英亮，西北工业大学

## 三、赛项说明

- 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。
- 参赛队在本队比赛开始之前，必须准备好机器人和控制站，并在准备场地排队等待入场。

- 在比赛期间，每个参赛队只允许一个操作员在控制台，不得更换操作员，但不同场次允许参赛队有不同的操作员。
- 所有的出发点都会位于场地边缘，并且朝向统一。初始方向可能会面朝墙壁。有多机器人的队伍应同时将机器人置于出发点（距离尽可能最短）并且朝向统一。
- 任务之前，被困者的位置都会公布给操作员和观众。被困者的位置在每轮比赛之后都会改变，尽量做到在所有比赛结束后遍布区域中的每一个地方。
- 在比赛中，操作者或队长可以申请重启机器人来调整机器人，但是会丢掉原先积累的分数以及所建的地图，并且不会重新计时，也不会暂停比赛。机器人必须在任务开始地点重启。
- 参赛机器人破坏场地，如果在下一个任务之前，不得不对场地进行重修，那么就要对此参赛队进行额外处罚。

## 四、比赛场地及器材

比赛场地分为主场地和挑战赛场地。

（1）主场地：主场地分为黄区，桔区，红区。黄区是迷宫地域，桔区是楼梯、斜坡、高台等组成的障碍区域，红区是在桔区场地基础上增加立方体地板组成的障碍。场地主要组成部件包括：

- 围墙；
- 楼梯（40-45 度，阶高 20CM，阶深 20-35CM）；
- 斜坡（45 度）；

- 狭窄地域（楼板下方有钟乳石结构）；
- 斜坡地板；
- 立方体地板；
- 视觉灵敏度挑战（歪斜的 E 视力表，表示危险环境的标签）；
- 装有被困者和视力表、标签的有开口方向的箱子；
- 分割场地用的空纸箱。

（2）挑战赛场地：挑战赛场地分为通过能力挑战赛场地和灵巧操作挑战赛场地。

a.通过能力测试场地：该场地由高架坡道，障碍楼梯和窄道三部分组成，分别如下图所示：

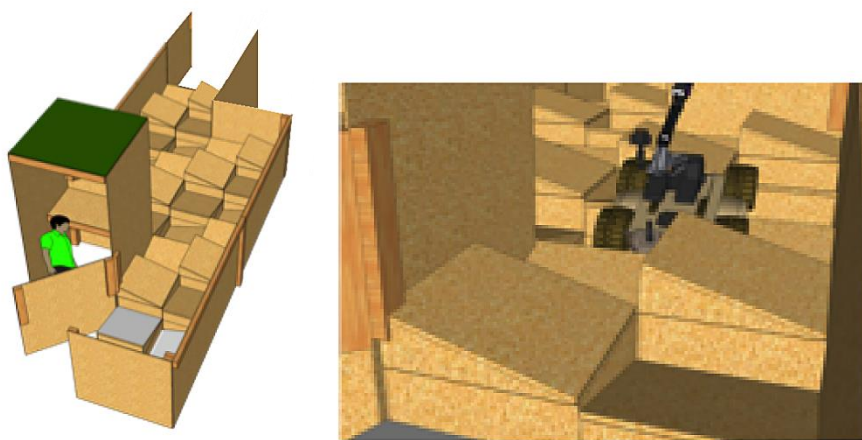


图 1 高架坡道示意图

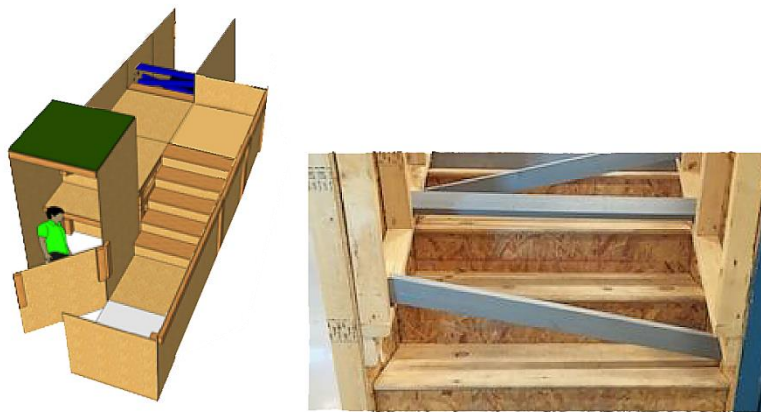


图 2 障碍楼梯示意图

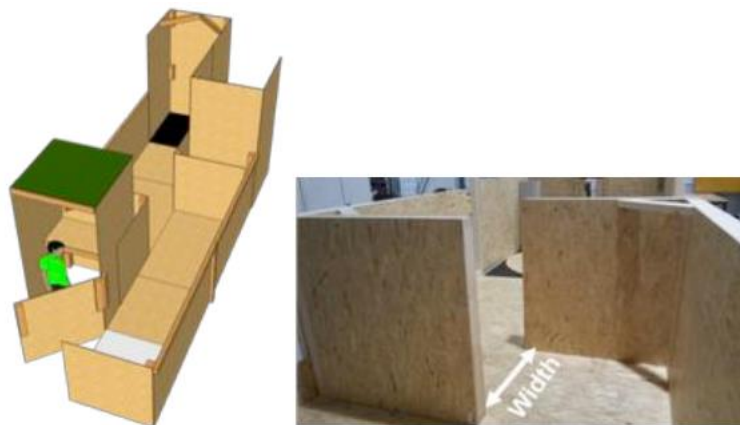


图 3 窄道示意图

b.灵巧操作测试场地：该场地也分为两个部分，即平行管道和全向管道组成，分别如下图所示：



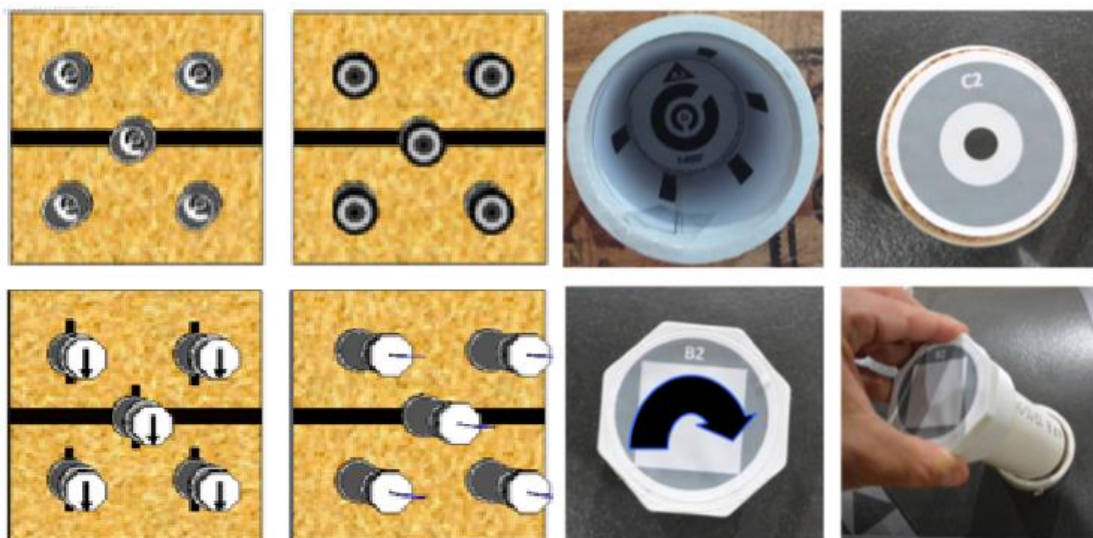


图 3 平行管道示意图



图 4 全向管道示意图

模拟的被困者被困者可以放在以下任何的三种高度范围：0-50 CM，50-100 CM 和 100-150 CM。被困者置于纸箱中的情况分三种：

- “陷阱（Trapped）”被困者放在顶部开口的箱内；
- “受困（Void）”被困者放在侧面打开的箱内；
- “掩埋（Entombed）”被困者放置在留有圆孔的箱内。

被困者可确定的状态包括：

- 形态，外形（娃娃玩具，服装模特的假肢）；
- 声音（呼喊哭泣或说话）；
- 确定危险或生命的标志（歪斜的 E 视力表，表示危险环境的



标签，二维码）；

- 热量；
- 动作；
- 二氧化碳；

## 五、机器人要求

救援机器人比赛的一个主要目的是鼓励团队将各项能力整合到一个机器人上。比赛也是为了衡量每个机器人的整体性能。每个团队将使用一个单一的机器人竞争奖项。机器人一经确定整个比赛过程中不得更换。

## 六、评分标准

### 1. 遥控综合比赛的评分细则

#### （1）受困者得分

- 视觉信息（2 分）：
- 危险品标签（1 分）
- 视力表（1 分）
- 其它信息（5 分）：
- 运动检测（1 分）
- 温度检测（1 分）
- 二氧化碳检测（1 分）
- 声音：受困者到操作台（1 分）

- 声音：操作台到受困者（1 分）
- 场地建图（4 分）：
- 建图质量（0-2 分）
- 受困者位置（0-2 分）
- 物品传递（20 分）：
- 在受困者箱子中放置物品或水瓶（20 分）

## （2）二维码得分：

- （1 分）检测到表中最大的二维码，检测到这个二维码是得到其他分数的前提；
- （1-4 分）检测到同一个表中四个小二维码可以累加 1 分，总计 4 分；
- （1 分）如果最大的二维码内容是“危险品”，并且这个二维码旁边的“危险品”标志被正确识别，可以得到额外的 1 分；
- （1 分）如果最大的二维码被准确的（1m 以内）标记在地图上，可以得到额外的 1 分；
- 总计每个二维码可以得到 6 分（7 分，如果是危险品标志）。

## （3）扣分：

- 当这个区域中的物品需要重新放置或者一个受困者被机器人所伤害，每次扣 10 分。

遥控综合比赛中，每支参赛队的比赛时间为 40 分钟，5 分钟准备，5 分钟进行能力测试，30 分钟比赛。在能力测试结束后，统计机器人所检测出系数的个数，如：若最终检测出 8 个系数，则系数

项计为 8；另外，在能力测试后的比赛中，按以上所列标准在统计得分。最终成绩为两项得分的乘积，如：若能力测试检测出 8 个数，之后的比赛得 10 分，则成绩为 80 分。

■ 遥控综合比赛成绩计入总成绩，不单独设奖。其评分表如下：

表 1 遥控综合比赛评分表

参赛队名称												
能力测试		二维码	热源	声音	二氧化碳	标记检测	运动检测	机械臂抓取	机械臂触碰	机械臂探测	机械臂旋转	系数
比赛结果	个数											
							总成绩					
操作手						裁判员						

2. 自主能力挑战赛的评分细则

自主能力挑战赛中，每支参赛队的比赛时间为 40 分钟，5 分钟准备，5 分钟进行能力测试，30 分钟比赛。在能力测试结束后，统计机器人所检测出系数的个数，如：若最终检测出 8 个数，则系数项计为 8；另外，在能力测试后的比赛中，按建图过程中所通过的方格数量计分（采取百分制），然后再统计最终在地图上正确标注遇难者的个数（遇难者的特征有多个，若检测到一个遇难者的多个特征也只计为 1），将该个数乘以系数所得再计分。最终成绩为两项得分之和，如：若能力测试检测出 8 个数，之后的地图上共正确标记 7 个遇难者，按建图中通过方格的数量所计的分为 80 分，

则最终成绩为  $8 \times 7 + 80 = 136$  分。

自主能力挑战赛成绩计入总成绩。自主比赛的评分表如下：

表 2 自主能力挑战赛评分表

参赛队名称											
能力测试	二维码	热源	声音	二氧化碳	标记检测	运动检测	机械臂抓取	机械臂触碰	机械臂探测	机械臂旋转	系数
比赛结果	建图质量						受困者个数				
	总 成 绩										
操作手						裁 判 员					

3. 通过能力挑战赛的评分细则

通过能力挑战赛由三个场地组成，即高架坡道，障碍楼梯和窄道，前两个项目比赛时间为 20 分钟，其中 5 分钟准备，5 分钟进行能力测试，10 分钟比赛，过窄门项目中具有额外的 5 分钟进行半自主能力测试；

（1）在高架坡道中，能力测试结束后，统计机器人所检测出系数的个数，如：最终检测出 8 个系数，则系数计为 8；在能力测试后的比赛中，则按所完成的趟数计分，如：跑完 9 趟则计 9 分。最终成绩为两项得分的乘积，如上述例子的最终成绩为 72 分。

（2）在障碍楼梯中，能力测试结束后，统计机器人所检测出系数的个数，如：最终检测出 8 个系数，则系数计为 8；在能力测试后的比赛中，则按所完成的趟数计分，如：跑完 9 趟则计 9 分。最

终成绩为两项得分的乘积，如上述例子的最终成绩为 72 分。

（3）在窄道中，能力测试结束后，统计机器人所检测出系数的个数，如：最终检测出 8 个系数，则系数计为 8；在能力测试后的比赛中，则按所完成的趟数计分（包括半自主），如：跑完 9 趟则计 9 分。最终成绩为两项得分的乘积，如上述例子的最终成绩为 72 分。

注：比赛前需裁判评定机器人是否具有半自主通过能力。

半自主功能示例：航点导航；自适应摆臂。

表 3 高架坡道挑战赛评分表

参赛队名称											
能力测试	二维码	热源	声音	二氧化碳	标记检测	运动检测	机械臂抓取	机械臂触碰	机械臂探测	机械臂旋转	系数
次 数					总成绩						
操作手					裁判员						

表 4 障碍楼梯挑战赛评分表

参赛队名称											
能力测试	二维码	热源	声音	二氧化碳	标记检测	运动检测	机械臂抓取	机械臂触碰	机械臂探测	机械臂旋转	系数
次 数					总成绩						
操作手					裁判员						

表 5 窄道挑战赛评分表

参赛队名称											
能力测试	二维码	热源	声音	二氧化碳	标记检测	运动检测	机械臂抓取	机械臂触碰	机械臂探测	机械臂旋转	系数
次 数					总成绩						
操作手					裁判员						

最终通过能力挑战赛的成绩为高架坡道的得分、障碍楼梯的得分、窄道的得分之和计入总成绩。

#### 4. 灵巧操作挑战赛

比赛时长 25 分钟，5 分钟准备，5 分钟能力检测，10 分钟是为遥控部分，5 分钟半自主。

灵巧操作挑战赛中，在能力测试结束后，统计机器人所检测出系数的个数，如：若最终检测出 8 个系数，则系数项计为 8；在能

力测试后的比赛中，依据前述的方法所完成管道操作的个数来计分（包括半自主），如：完成 20 个管道的操作则计 20 分。最终成绩也是两项的乘积，依上述例子则成绩为 160 分。

注：比赛前需裁判评定机器人的机械臂是否具有半自主能力。

半自主功能示例：自适应摆臂；带有碰撞检测的笛卡尔臂控制。

灵巧操作挑战赛成绩计入总成绩，并设置灵巧操作挑战赛单项冠军。评分表如下：

表 6 灵巧操作挑战赛评分表

参赛队名称											
能力测试	二维码	热源	声音	二氧化碳	标记检测	运动检测	机械臂抓取	机械臂触碰	机械臂探测	机械臂旋转	系数
次数					总成绩						
操作手					裁判员						

5. 救援机器人总成绩

所有四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。每个队伍均有一次补赛机会，可以从四个类别的比赛中任意选择，每支参赛队每个项目只取最高成绩计入总成绩和进行单项的评选。

将根据总成绩评选救援机器人组比赛的总奖项。



## 七、赛程赛制

整个比赛分为机器人救援遥控综合比赛和 3 项技术挑战赛。机器人救援综合比赛为遥控比赛。3 项技术挑战赛分别为自主能力挑战赛、通过能力挑战赛以及灵巧操作挑战赛。具体如下。

### ● 遥控综合比赛

救援机器人遥控综合比赛的比赛场地为主场地加单项挑战赛场，每支参赛队的比赛时间为 40 分钟，5 分钟准备，5 分钟进行能力测试，30 分钟比赛。其中 5 分钟能力测试包含：二维码检测、热源检测、声音检测、二氧化碳检测、遇难者检测、运动检测、机械臂抓取、机械臂触碰、机械臂探测和机械臂旋转十项系数。在 5 分钟能力测试时间内，如果参赛队完成测试可以开始比赛；若 5 分钟结束，参赛队未完成所有测试，可以选择继续进行能力测试，待完成后开始比赛，也可以直接开始比赛，总时间不变，即能力测试和比赛总时间为 35 分钟，时间分配由操作员自行决定。此项目主要考察机器人在复杂环境中运行并搜索受困者的能力，允许操作手在控制台操控机器人。

### ● 自主能力挑战赛

比赛场地为主比赛场地，地面设置为缓斜坡，每支参赛队比赛时间为 40 分钟，5 分钟准备，5 分钟进行能力测试，30 分钟比赛。其中 5 分钟能力测试包含：二维码检测、热源检测、声音检测、二氧化碳检测、遇难者检测、运动检测、机械臂抓取、机械臂触碰、

机械臂探测和机械臂旋转十项系数。在 5 分钟能力测试时间内，如果参赛队完成测试可以开始比赛；若 5 分钟结束，参赛队未完成所有测试，可以选择继续进行能力测试，待完成后再开始比赛，也可以直接开始比赛，总时间不变，即能力测试和比赛总时间为 35 分钟，时间分配由操作员自行决定。此项目主要考察机器人的自主运行及自动检测受困者和识别二维码等能力，操作手启动机器人后不得在控制台对机器人进行任何操控，机器人需要具备自主检测受困者状态的能力，并在 GUI 界面中给出明显的提示（比如在图像中用方框将检测到的状态标记出，并持续一小段时间以供裁判裁定）。

- 通过能力挑战赛

比赛场地为通过能力单项挑战赛场，由三部分组成：

- 高架坡道：由具有一定高度的斜坡通道组成。
- 障碍楼梯：模拟房屋倒塌后楼梯的状况，即楼梯被障碍物所阻塞，在比赛场地即表现为呈不同角度的木杆杂乱地分布于楼梯中。
- 窄道：模拟机器人在救援环境中能够通过狭窄区域，窄道宽度为机器人对角线长度。

每支参赛队的比赛时间为 20 分钟，5 分钟准备，5 分钟进行能力测试，10 分钟遥控，窄道通过能力挑战赛具有额外 5 分钟半自主（10 分钟遥控部分结束后，若机器人无半自主能力则停止比赛）。在高架斜坡挑战赛、障碍楼梯挑战赛中，5 分钟能力测试包含：二维码检测、热源检测、声音检测、二氧化碳检测、遇难者检测、运

动检测、机械臂抓取、机械臂触碰、机械臂探测和机械臂旋转十项系数。在 5 分钟能力测试时间内，如果参赛队完成测试可以开始比赛；若 5 分钟结束，参赛队未完成所有测试，可以选择继续进行能力测试，待完成后再开始比赛，也可以直接开始比赛，总时间不变，即能力测试和比赛总时间为 15 分钟，时间分配由操作员自行决定。

### ● 灵巧操作挑战赛

此挑战赛的比赛场地中由许多管道组成。管道的长度为 10cm（4 英寸），直径为 5cm（2 英寸）。抓取和旋转的盖子具有 8 个小面，大约 2cm（1 英寸）宽。要求参赛队员使用机器人的机械臂来完成一系列操作，进行每支参赛队伍比赛时间为 25 分钟，5 分钟准备，5 分钟进行能力测试，10 分钟遥控，5 分钟半自主（10 分钟遥控部分结束后，若机器人无半自主能力则停止比赛）。其中 5 分钟能力测试包含：二维码检测、热源检测、声音检测、二氧化碳检测、遇难者检测、运动检测、机械臂抓取、机械臂触碰、机械臂探测和机械臂旋转十项系数。在 5 分钟能力测试时间内，如果参赛队完成测试可以开始比赛；若 5 分钟结束，参赛队未完成所有测试，可以选择继续进行能力测试，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。

■ 此挑战赛主要考察机器人机械臂的灵巧能力。管道分为两大类型：

■ 平行管道：探测，触摸，旋转和抓取总共 20 个平行安装的管道（安装在 4 个板上，每个板上有 5 个管道）。该测试

在具有移动性的坡道的地形内进行。

- 全向管道：这是由平行管道进行变形所得，使每个管道的方向都不一致，任务包括探测，触摸，旋转，抓取。该测试在倾斜的表面上进行。

四种灵巧操作如下：

- 探测：探测管中的 C 形目标。
- 触摸：触摸管道末端直径为 1 厘米的圆形目标。
- 旋转：抓住 5 厘米八角形管帽并旋转 180 度。
- 抓取：抓取 5 厘米八角形管帽，并从管中拿出，放入箱子。

比赛赛程如下：

时间	上午			下午				
4 月 18 日	调试			调试				
4 月 19 日	开 幕 式			灵巧操作挑战赛	14:00-14:25	第一组		
					14:30-14:55	第二组		
					15:00-15:25	第三组		
					15:30-15:55	第四组		
	通过能力挑战赛 (高架坡道)	10:20-10:40	第一组	通过能力挑战赛 (障碍楼梯)	16:20-16:40	第一组		
		10:45-11:05	第二组		16:45-17:05	第二组		
		11:10-11:30	第三组		17:10-17:30	第三组		
		11:35-12:55	第四组		17:35-17:55	第四组		
4 月 20 日	通过能力挑战赛 (窄道)	08:00-08:25	第一组	自主能力挑战赛	14:20-15:00	第一组		
		08:30-08:55	第二组		15:10-15:50	第二组		
		09:00-09:25	第三组					
		09:30-09:55	第四组		16:00-16:40	第三组		
	选 作	10:05-10:30	第一组				16:50-17:30	第四组
		10:35-11:00	第二组					
		11:05-11:30	第三组					
		11:35-12:00	第四组					
4 月 21 日	遥控综合比赛	08:20-09:00	第一组	闭 幕 式				
		09:10-09:50	第二组					
		10:00-10:40	第三组					
		10:50-11:30	第四组					

注：本规则参考 RoboCup2018 救援机器人国际赛规则制定。