

2020 中国机器人大赛比赛规则

农业机器人 采摘机器人项目

2020 中国机器人大赛农业机器人赛项技术委员会
2020 年 9 月 10 日

目录

一、项目简介	1
二、技术委员会与组织委员会	2
2.1 技术委员	2
2.2 组织委员	2
三、资格认证要求	3
3.1 参赛队伍要求	3
3.2 资格认证、研发报告	3
四、技术与竞赛组织讨论群	4
五、赛事规则要求	5
六、比赛场地及器材	7
七、机器人要求	9
八、评分标准	10
九、赛程赛制	12
十、附加说明	13
10.1 比赛顺序	13
10.2 比赛检录与赛场秩序	13
10.3 申诉与仲裁	14

一、项目简介

农业机器人工作在野外或非规则环境中,作业对象差异性大,作业环境非结构性、作业动作复杂、操作对象娇嫩。针对农业机器人的特点,国内外的专家学者,开展了很多相关研究,研究出丰富多彩、特点各异的机器人,应用于耕作、平地、播种、育苗、移栽、嫁接、除草、喷药、中耕、开沟、施肥、灌溉、修剪、采摘、收获和农产品分级等方面。

农业机器人种类繁多,应用对象和涉及学科广,对机械机构和控制系统的环境适应能力要求比较高,但对成本很敏感。随着经济、社会的进一步发展,社会对农业机器人的需求会越来越大。为激发广大科技工作者、大学生的研究热情,中国机器人大赛开设了农业机器人项目。希望通过此项目的比赛,培养智能农业机械、智能林业机械的科研后备力量,逐步解决农业自动化、林业自动化过程中的实际问题,增强高端农业机械、高端林业机械的竞争力,引导农林机器人技术向实际应用方向发展,引领广大学生、学者投身到农林机器人的研发中来。

目前,农业机器人竞赛项目,分为采摘机器人、喷药机器人授花粉机器人和节水灌溉机器人四个子项目。采摘机器人子项目的比赛中,机器人需要完成果蔬的自动识别、采摘、收集等工作。

我国是果蔬生产大国,水果、蔬菜的种植总面积、总产量,一直稳居世界第一。果蔬的采摘、收获,是季节性、实时性很强的劳动密集型工作,是果蔬生产作业过程中,费力最大、耗时最多、最辛苦的工作环节。应用采摘机器人,减轻果蔬采摘过程中的劳动强度,提高劳动效率,将是农产品自动化作业的大趋势。

果蔬自动采摘时,机器人运动本体要进行导航地图构建、定位,进行运动轨迹规划,解决农机模型与导航路径跟踪控制等问题;在作业目标的自动化识别时,采摘机器人要考虑日光、果实遮挡、果实密集生长、树叶摇动等环境因子的影响因素;采摘机器人在作业路径规划,末端执行器的位姿控制时,要考虑采摘场地、树枝遮挡等环境因子影响,导致末端执行器不能工作在最佳工作位置的替代解决方案;采摘机器人进行作业时,要考虑枝叶晃动,对末端执行器的实时抓取、力学控制和反馈控制的影响。因此,研究采摘机器人,可以直接促进机构学、机器人学、传感器技术、测试技术、机器视觉、图形图像处理、控制理论、生物技术、栽培技术等相关领域的深入研究和应用,具有重要意义。所以,全球有很多专家、学者,对采摘机器人进行研发和开发。

比赛中,采摘机器人需要解决自主导航、智能避障、音视频交流、目标识别、果蔬抓取、果蔬采摘、规定地点收集果蔬等功能,每完成一个功能,获得不同的分数,在规定的时间内,按各队计分分数高低,排列名次。

二、技术委员会与组织委员会

2.1 技术委员

负责人：史颖刚，西北农林科技大学，syg9696@nwsuaf.edu.cn. 15829092129

成 员：田素博，沈阳农业大学，tiansubo@163.com.

卢 伟，南京农业大学，njaurobot@163.com.

丁珠玉，西南大学，dingzhuyu@sina.com.

支双双，西安工程大学，zssxpu@126.com

2.2 组织委员

郭 娜	黄淮学院	guona_stacy@163.com
吕成绪	南京农业大学	1281270140@qq.com
郝志勇	辽宁工程技术大学	1299707911@qq.com
蒲英俊	西南大学	442665335@qq.com

三、资格认证要求

3.1 参赛队伍要求

参赛队伍要求以组委会后续统一规定。

3.2 资格认证、研发报告

报名采摘机器人赛项的每支队伍，必须通过资格认证环节，资格认证由技术委员会评审，评审通过后，队伍方可有参赛资格。资格认证的具体要求详见附件。

为鼓励学生自主创新、自主设计能力，每支参赛队伍在资格认证环节中应详细介绍技术研发过程，报告模板见附件，在报名时提交赛项组织委员会，经技术委员会评比后，以确认其是否具有参赛资格。

技术研发报告在比赛中的分值为 40 分。

四、技术与竞赛组织讨论群

农业机器人竞赛领队、指导教师交流 QQ 群：187901569

农业机器人参赛学生经验交流，赛事信息发布 QQ 群：246050483

五、赛事规则要求

本赛项中，机器人要完成悬空成长的果实采摘，或者成长蔬菜的收获，然后运送到收集区域。场地为平整硬质木板，上铺绿色地毯。在比赛过程中，机器人自主完成所有动作，不能被遥控。

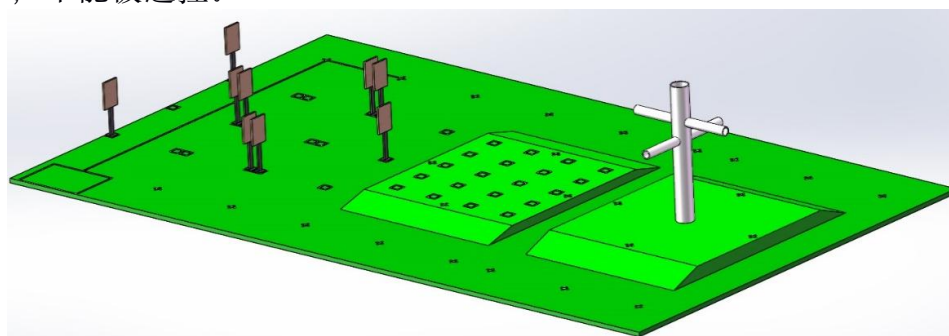


图1 采摘机器人竞赛场景示意

采摘机器人的比赛场地的仿真场景，如图1所示。采摘比赛的赛场中，按采摘、收获的难易度区分，依次为A区、B区、C区、D区、E区，比赛成绩以分数高低计算，请各参赛队伍根据自己水平，选择合理的竞赛策略。鼓励参赛队伍，将多台机器人组队为一支采摘队伍，但要对机器人进行有效管理，遵守比赛规则。

机器人从起点区出发，经过A区、B区、C区、D区、E区，采收果蔬。其中，果实和蔬菜为塑料材质的仿真水果和蔬菜，详见附件2的购买链接。

A区模拟基础设施完整的、果实或蔬菜完全成熟的现代化果园、菜地，A区有3个果实，3个蔬菜，在A区的中心线上，有机器人行走引导线，虚线只是表示其方位，实际场地中不存在。

B区模拟基础设施不太齐全或者辅助采摘设备发生故障后的、果实或蔬菜完全成熟的现代化果园、菜地。B区有3个果实，3个蔬菜，在B区的场地上没有机器人可利用的引导线，虚线只是表示其方位，实际场地中不存在。

C区模拟基础设施不齐全或者辅助采摘设备发生严重故障后的、果实或蔬菜不完全成熟的现代化果园、菜地。C区有3个果实，3个蔬菜，其中，成熟果实2个、不成熟果实1个、成熟蔬菜2个、不成熟蔬菜1个，位置随机。在C区没有机器人行走引导线，虚线只是表示其方位，实际场地中不存在。

D区和E区，模拟开放的菜地、果园，没有机器人行走引导线，且比A区、B区、C区要高，机器人进行采摘，要经过坡道SH1、SH3,或者坡道CZ1、CZ3，进入D区和E区的机器人作业区域SH2、CZ2，进行作业。作业区域SH2、CZ2为2000mm*2000mm的正方形区域，在区域的每条边线的中间，有一个用于机器人辅助定位的定位地点D4、D5、D6、D7、E4、E5、E6、E7。

D 区有 20 个放置蔬菜的地点，由志愿者随机摆放 15 个蔬菜,其中包括仿真成熟蔬菜的模型 10 个，仿真非成熟蔬菜的模型 5 个，采摘机器人需要判断出有蔬菜的地点，并在有蔬菜的地点判断果实是否成熟，然后对成熟果实进行采摘。

E 区有一个模拟的果树，伸出 4 个树枝，每个树枝上有 3 个果实，果实模拟真实情况下果园的果实结果情况，果实悬挂的位置高低随机，成熟度随机，其中，12 个悬挂的果实中，包括仿真成熟果实的模型 8 个，仿真非成熟蔬菜的模型 4 个，且随机分布。采摘机器人需要判断果实位置，并判断出果实是否成熟，然后根据判断结果临空摘取成熟的果实。

机器人果蔬采摘的顺序没有规定，最终成绩以果蔬采摘过程中的得分，累计后的总分多少，由大到小依次排定比赛名次。

每只机器人队伍，有两次上场比赛机会，每次上场比赛的时间，不得超过 30 分钟。

正式比赛前，每支队伍有 3 分钟准备时间，在该时间段内，志愿者在对应的区域摆放蔬菜或水果。

收集区 I 或收集区 II 边上，有更换区域 I 和更换区域 II，可用于机器人中途更换果蔬收集装置。

比赛过程中不得给机器人充电。比赛中，所有参赛机器人都必须先走完 A 区和 B 区。比赛过程中，只允许一名队员进入比赛场地，但不能接触机器人。

六、比赛场地及器材

采摘机器人比赛场景如图 1 所示, 场地规格, 如图 2 所示, 面积 $8500\text{mm} \times 5200\text{mm}$, 地面为绿色地毯。图中白线为宽度 24mm , 亚光纸条 (双面胶), 是机器人行走引导线, 大部分地段无白线, 黑色虚线部分没有任何引导线, 只是为了辅助说明比赛场地的各个区域的方位和距离。

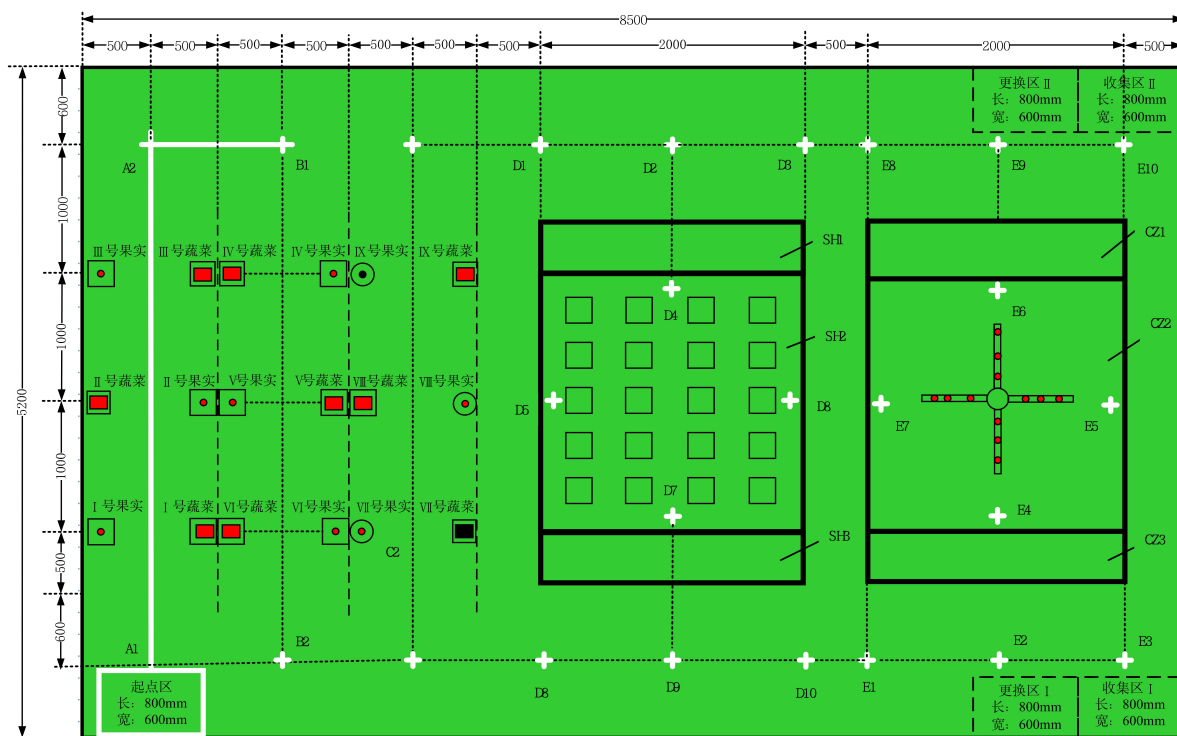


图2 采摘机器人竞赛场地规格

比赛中所用的仿真类的水果、蔬菜、道具由组委会提供，参赛队员不能使用自带果实，否则评定为不遵守比赛规则，按直接弃权处理。参赛队调试使用器材的相关购买链接见附件 2，所有比赛物品以比赛现场为准。

A 区、B 区、C 区和 D 区中，蔬菜放置地点，为 100mm×100mm 的正方形区域，正方形区域的边是用宽度 24mm 的亚光纸条（双面胶）粘贴于场地上。

A 区、B 区和 C 区中，悬挂果实的白木板，为长×宽为 210mm×297mm 的白色实木颗粒板，果实放置由支架支撑，果实采摘地点有不粘胶粘贴的挂钩或真空吸盘挂钩，用于悬挂果实，挂钩或吸盘大致固定在白木板的几何中心。比赛前的准备时间内，由志愿者悬挂好果实，挂钩的悬挂高度、离采摘提示区域的偏差，以现场悬挂为准。

D 区的蔬菜放置区域和坡道示意, 如图 3 所示。E 区的果树放置区域和坡道示意, 如图 4 所示。作业区域 SH2、CZ2, 为 2000mm*2000mm 的正方形区域, 在 D2→D4 方向、D9→D7 方向, 以及 E2→E4 方向、E9→E6 方向有坡道, 提供机器人上下行走。

E 区的模拟果树，如图 5 所示，树干为直径 100mm 的 PVC 管，竖直放置在采摘区域 CZ3 的正中间。四个模拟的果树树枝，为细 20mm 粗的 PVC 管，一端插在粗 PVC 管上，并固定，离地 700mm~1000mm，每个细 PVC 管长 600mm，上边的 3 个小孔中，分别悬挂一根细线，细线离地面的一端悬挂一个小圆环，用于各参赛队伍悬挂果实，圆环离地面高度，在 300mm-500mm 之间。模拟果树的摆放方位，以现场摆放为准。

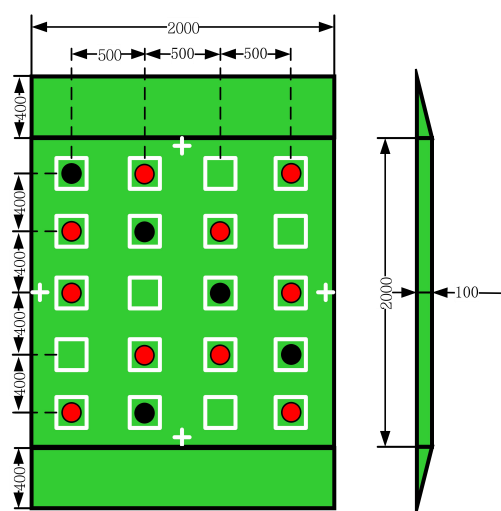


图 3 D 区蔬菜放置区域和坡道示意

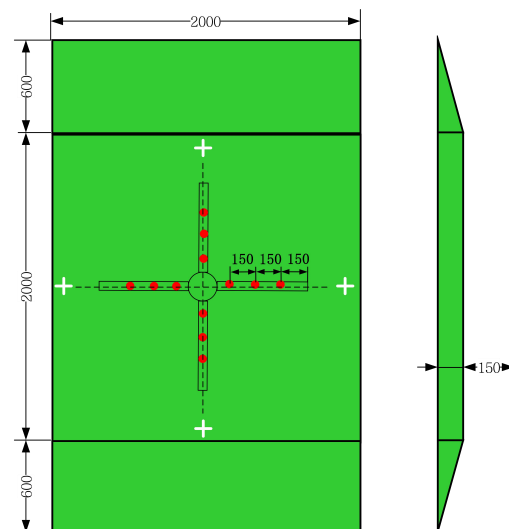


图 4 E 区果树放置区域和坡道示意

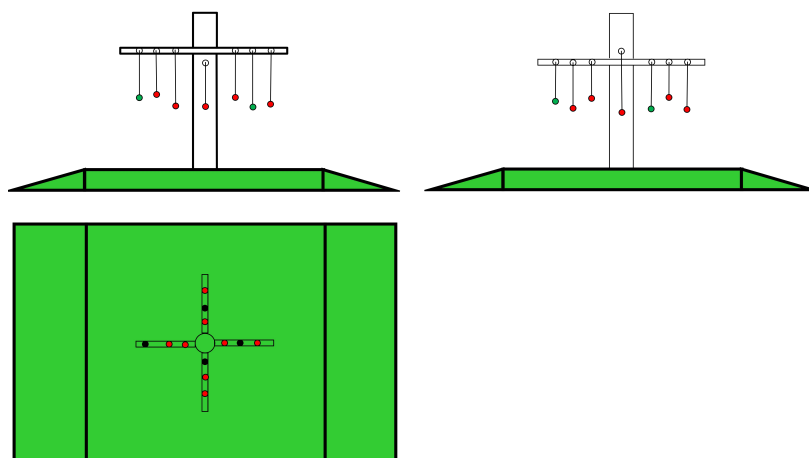


图 5 E 区果实悬挂示意图

起点区、收集区 I、收集区 II、更换区域 I 和更换区域 II 的尺寸大小，均为 800mm×600mm 的矩形区域，以现场摆放位置为准。

七、机器人要求

为鼓励学生自主创新、自主设计能力，所参加比赛的机器人必须是参赛队伍自主研发、自主搭建、自主调试的机器人，整机购买的机器人，不允许参加比赛，部分外购的器件需要在提交的技术文档中专门列出。

机器人的垂直投影，长应不大于 770mm，宽不大于 570mm，机器人不能破坏场地。机器人应带有果蔬存放装置。也可以采用两台或多台机器人，部分机器人用于采摘，部分用于存放果蔬。

若采用两台或多台机器人组成机器人采摘队伍，则每台机器人的外表面，应有简单明了的显著标记，如 1、2、3，或 I、II、III，供裁判和其余参赛队伍辨别；同时，应该指明队伍中的主控机器人和从动机器人，比赛过程中的所有语音，应由主控机器人发出。

八、评分标准

技术研发报告在比赛中的分值为 40 分，由技术委员会组织专家进行评判。其中，技术研发报告撰写的格式、语言逻辑性占 8 分（20%），技术研发报告体现的知识与参赛队员的专业、年级、队伍竞技水平的契合度和合理性占 8 分（20%），撰写内容的技术性占 24 分（60%）。技术研发报告存在抄袭行为，视情节严重情况酌情扣分，严重抄袭的技术研发报告，可以评判为 0 分。

参赛机器人放入起点区出发时，机器人任何部位的垂直投影，全部落在白色内框，得 10 分，机器人的垂直投影，部分在内框，得 5 分，机器人垂直投影不在内框，得 0 分。

从起点区出发时，能用语音播报参赛信息的机器人，加 10 分，没有语音播报信息的机器人，加 0 分。语音播报必须由机器人自动播报，不能由机器人自动播报语音的队伍，该项不加分。

参赛机器人回到收集区 I 或收集区 II 时，能用语音播报并能准确播报出果蔬收获情况的机器人，加 10 分，不能用语音播报果实收获情况的机器人，加 0 分。该方法得分，只取最高分，不累计。

采摘机器人夹住 A 区的果实 I、果实 II、果实 III、蔬菜 I、蔬菜 II、蔬菜 III，每个计 2 分，放到机器人的果蔬存放装置中，每个计 2 分。

采摘机器人夹住 B 区的果实 IV、果实 V、果实 VI、蔬菜 IV、蔬菜 V、蔬菜 VI，每个计 3 分，放到机器人的果蔬存放装置中，每个计 2 分。

采摘机器人夹住 C 区的果实 VII、果实 VIII、果实 IX、蔬菜 VII、蔬菜 VIII、蔬菜 IX，每个计 4 分，放到机器人的果蔬存放装置中，每个计 2 分，若采摘机器人误夹果实或蔬菜，每个扣 4 分。

由志愿者随机摆放的 D 区 15 个蔬菜，采摘机器人正确识别出成熟蔬菜并且夹住一个，计 5 分，放到机器人的果蔬存放装置中，每个计 2 分；若采摘机器人错误识别并抓取未成熟蔬菜，每个扣 5 分；若抓取过程中碰到其他未抓取的蔬菜并使其偏离预设正方形框，每一个移位的果实，每个扣 3 分。

采摘机器人夹住 E 区模拟果树上的 12 个果实，每个计 6 分，放到机器人的果蔬存放装置中，每个计 2 分。若采摘机器人错误识别并抓取未成熟果实，每个扣 6 分；若抓取过程中碰到其他未抓取的蔬菜并使其掉落在地上，每个掉落的果实，扣 4 分。

蔬菜应放置在该正方形区域的中心地点，只要蔬菜在该区域内，机器人都可以实施收获，在机器人实施收获蔬菜的过程中，若蔬菜先离开地面，然后又掉到地面，掉落蔬菜的一半，已离开正方形区域，则该蔬菜，不能再进行实施收获，如果机器人继续收获，则该蔬菜的收获环节不计分；或者蔬菜沿着地面，被拖拉离开正方形区域，一旦蔬菜有超过一

半的体积，离开正方形区域，在后续过程中，机器人的末端执行器与蔬菜脱离后，该蔬菜不能再进行实施收获，如果机器人继续收获，则该蔬菜的收获环节不计分。

参赛结果，按照得分多少进行排序，也就是得分多的排名在前，得分少的排名在后；在比赛成绩出现相同情况下，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；比赛成绩相同，资格认证分数相同的队伍，按照比赛完成的时间进行排序，用时少的队伍在前，用时多的队伍在后。

比赛过程中，只允许一名队员进入比赛场地看护一台机器人，但不能接触机器人，在比赛过程中，若队员触碰比赛机器人，该赛项立刻终止，以队员触碰前机器人的得分为该小组的该次比赛成绩。

每个参赛队伍可以两次进入比赛场区进行比赛，当所有队伍完成第一次比赛后，参赛队伍按原来抽签顺序进入比赛区，进行比赛。

两次比赛成绩取最高分为最终成绩。

每场比赛结束后公布本场比赛参赛队伍的成绩，参赛队伍对自己的评分有异议，需要填写竞赛申诉表，参赛队员和指导教师签字，向技术委员会提出申述，申述表上必须写明可操作性的申述目的和理由，同时要提供证据支持申述理由，不得直接质询裁判，影响比赛进程。

比赛成绩公布 2 小时后，没有对比赛成绩提出异议并填写竞赛申述表的队伍，默认为比赛队伍认可比赛成绩，技术委员会将不会再受理参赛队伍的比赛成绩申述。

九、赛程赛制

比赛共举行 2 轮，每轮 1 次上场机会，放弃 1 次比赛机会，该次成绩以 0 分计，最终的得分取两次得分的最高分。

比赛名次按得分高低排，得分高的名次靠前；得分并列的机器人，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；比赛成绩相同，资格认证分数相同的队伍，按照比赛完成的时间进行排序，用时少的队伍在前，用时多的队伍在后。

一个机器人只能供一个队比赛。

机器人每次比赛时间不能超过 30 分钟。超过 30 分钟的机器人队伍，30 分钟时判定比赛结束，成绩只计算前 30 分钟的比赛得分。

比赛正式开始前 15 分钟内，各支参加比赛的队伍需要到比赛区域检录，否则视为弃权，每支队伍有 3 分钟的准备时间，**比赛结束后，参赛选手将机器人放入裁判组指定的区域。**待所有参赛队伍比赛结束，各参赛队伍才可以把自己的机器人取走。

竞赛过程组织与技术讨论的时间安排，如表 1 所示。

表 1 竞赛过程组织与技术讨论安排时间表

时间	会议名称	地点	内容	主持人
报到当天 上午	技术委员、组织委员会议	赛场	交流场地布置、裁判和仲裁原则	技术负责人
报到当天 上午	裁判会议	赛场	裁判选拔、培训	组织委员负责人
报到当天 下午	领队会议	赛场	比赛顺序抽签、注意事项交流，参赛资格确认	组织委员负责人
比赛第一天	裁判会议，志愿者会议	赛场	交流裁判过程、会场秩序维持	裁判培训负责人
半天比赛 结束	裁判会议	赛场	核对、确认当天比赛成绩	资料统计负责人
比赛结束	技术委员、组织委员、裁判会议	赛场	签字确认比赛成绩与排名，提交成绩	组织委员负责人
比赛结束	领队会议	赛场	评判规则答疑、竞赛技术讨论与建议	技术负责人

十、附加说明

10.1 比赛顺序

各支队伍的比赛顺序由赛前抽签决定，原则上由报名表上所列的各队指导老师参与，并签字确认比赛出场顺序。

如指导老师缺席，由学校领队代为抽签，并签字确认比赛出场顺序。

如指导老师、学校领队均缺席，可由志愿者代为抽签，并签署志愿者抽签。

10.2 比赛检录与赛场秩序

本次比赛场地均为现场搭建，具有一定的误差，参赛队伍可以提起异议，由技术委员会组织裁判员、指导教师讨论后，统一裁决判定。所有参赛队伍都应该服从裁决判定。

参赛队伍应在比赛前 15 分钟内，到比赛检录处检录，没有检录的队伍，非特殊情况下，视为弃权，不计成绩。

参赛队伍上场比赛时，有且仅有一名队员负责启动、看护赛场机器人（旨在保护比赛用车），除此以外任何影响比赛进程的行为均被禁止。该名队员在准备比赛的 3 分钟时应明确告知裁判，裁判对准备比赛的队伍计时 3 分钟。

计时的 3 分钟内，或者计时 3 分钟后，上场队伍应开始比赛。3 分钟后，如果参赛队伍没有开始进入比赛，则视为该支队伍弃权，不计成绩。

参赛机器人准备好后，计划开始比赛时，看护机器人的队员举手示意裁判员自己准备好了，裁判开始计时，比赛开始。

比赛中间，参赛队伍若要中断比赛，由看护机器人的队员向裁判举手示意，提出中断比赛，比赛的计分和计时终止。

比赛过程中，如果机器人行走无逻辑顺序，裁判可咨询看护机器人的队员是否继续比赛，如看护队员同意终止比赛，比赛终止。

比赛过程中，如果机器人碰撞赛场道具、边界，或者机器人较长时间停止不动，可以由裁判裁决比赛终止。

比赛过程中，可以有另一名队员对比赛过程摄像、拍照，摄像队员不能影响裁判的比赛裁决过程，如果摄像队员影响裁判过程，经裁判和技术委员两次提醒后，该队员的行为，仍会影响比赛裁判，可由裁判直接判定该队伍比赛结束，并在评分表注明队员影响裁判过程。

摄影队员不能接触、控制比赛机器人，干扰比赛机器人决策进程，如果摄影队员有上述行为，裁判可判别该支队伍比赛结束，在打分表注明队员干扰机器人运行。

10.3 申诉与仲裁

每场比赛结束后公布本场比赛参赛队伍的成绩，参赛队伍对自己的评分有异议，对比赛中的其他环节有异议，可提出申诉，参赛选手需在比赛成绩公布 2 小时内填写附件 3 的申诉表，参赛队员和指导教师签字，以书面形式向技术委员会提出申述，在申诉申请中，应明确表明申诉理由、证据、要求的申诉结果，能提供直接证据证明自己的申诉请求。

比赛成绩公布 2 小时内，没有对比赛成绩提出异议并填写竞赛申述表的队伍，默认为比赛队伍认可比赛成绩，技术委员会将不会再受理参赛队伍的比赛成绩申述。

比赛现场评分产生后，参赛选手需要签字确认目前的成绩，比赛过程中不能直接质询裁判，影响比赛进程，不能因申诉而干扰竞赛正常工作流程。

参赛队伍上交申述表后，组委会经商讨后公布仲裁结果，参赛队伍接受仲裁结果可以补签字；不接受仲裁结果队伍，由项目负责人代签字，并注明理由。

领队、指导老师、参赛选手与大赛工作人员直接交涉而影响比赛正常进行的，该参赛队伍成绩直接计零。

技术委员会受理选手申诉，并将处理意见尽快通知参赛队伍。

技术委员的裁决，为最终决定。