

2020 中国机器人大赛比赛规则

农业机器人 喷药机器人项目

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	13
十、附加说明	15
10.1 比赛顺序	15
10.2 比赛检录与赛场秩序	15
10.3 申诉与仲裁	16

一、项目简介

农业机器人工作在野外或非规则环境中，针对作业对象的差异性、作业环境的非结构特点、作业动作的复杂性、操作对象与价格的特殊性等特点，国内外的专家学者，开展了很多相关研究，研究出丰富多彩、特点各异的农业机器人，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。喷药机器人子项目的比赛中，机器人需要模拟完成设施农业喷药、大田喷药、幼苗除草、果园果树的喷药等工作。

为提高农业喷药自动化作业的精准度，国内外的学者、专家，开展了很多研究，包括喷药机器人本体研究，运动轨迹控制、导航定位技术、树形识别技术、定向风送技术、静电喷雾技术、自动对靶技术、定向仿形控制技术、变量施药控制技术、喷杆高度调节系统等，但目前，还没有很成熟的，适合国内农艺的喷药机器人，对喷药机器人的深入研究和应用，具有重要现实意义。

喷药机器人子项目的比赛场景，分别模拟设施农业、大田喷药、幼苗除草、果园果树的喷药场合。比赛中，喷药机器人需要解决自主导航、对靶喷药、精准喷药、变量喷药、喷杆高度自动调整、虫病等级判断等功能，每完成一个喷药要求，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

报名喷药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，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 100 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

喷药机器人竞赛场地三维场地仿真示意，如图 1 所示，本赛项中，机器人针对不同区域的竞赛要求，完成对应区域的喷药任务，最终完成所有任务回到终点区。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。

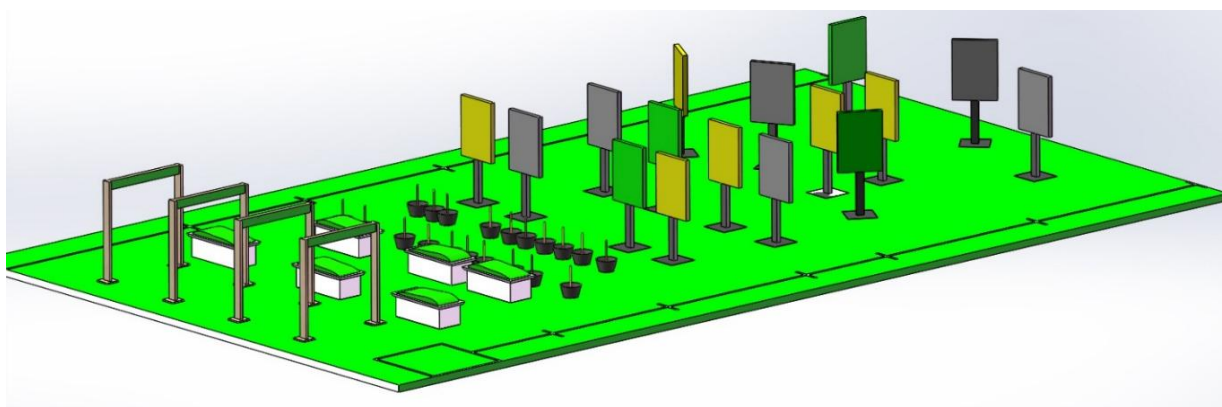


图 1 喷药机器人竞赛场地三维仿真示意

正式比赛中，每支队伍有两次上场机会。每次的比赛时间，限定为 20 分钟。比赛前，每支队伍有 3 分钟准备时间，在该时间段内，志愿者按规则要求随机摆放喷药点位置。

喷药机器人比赛的赛场中，按不同的模拟喷药区域，依次区分为 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。

比赛场地的白线和白色十字光标为宽度 24mm 的亚光纸条（双面胶），其中白色十字光标总长为 150mm，与白线垂直且左右对称。白线和白色十字光标是用来标记机器人行走点，用于机器人的定位；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。

喷药机器人比赛对机器人具体形态不做要求，但必须满足地面投影小于长 600mm × 宽 600mm。

A 区模拟设施农业中藤蔓型作物喷药环境，A 区有 4 个仿真藤蔓树形，随机分布在 A 区，A 区最末端有提示十字标 A1。仿真藤蔓树形高 700mm，跨度宽 600mm。喷药机器人需要对仿真藤蔓树形进行连续喷药，且喷药的面积需要对仿真植物基本进行覆盖，根据具体在喷药区的喷药情况获得相应的分数。若在无树形的喷药区误喷，则会扣除相应分数。

B 区模拟设施农业中需要连续分布的低矮作物喷药环境，B 区有两个花盆放置区，放置区间隔摆放的长条形白色花盆，花盆里有仿真绿色植物。花盆尺寸长 43cm × 宽 18cm × 高 13cm。如图 1 所示，花盆水平方向的相对位置一定，竖直方向位置随机放置，喷药机器人需要对花盆里的植物进行连续喷药，且喷药的面积需要对仿真植物基本进行覆盖，根据具体在喷药区的喷药情况获得相应的分数。若在无花盆区误喷，则会扣除相应分数。

C 区模拟设施农业中非连续分布的育花除草喷药环境，C 区有两个花盆放置区，花盆随机放置在花盆放置区内。C 区内一共放置了 20 个花盆，所有花盆里均种有花朵，10 个花盆里设置杂草，花朵、杂草模型参考购买链接。喷药机器人需要识别出有杂草的花盆并对花盆进行喷药，根据喷药的具体情况将会获得相应的分数，对无杂草花盆喷药，将会扣除相应的分数。

D 区模拟设施农业中树形作物生长喷药环境，D 区有两个树形放置区，仿真树形放置在树形放置区，每个放置区各有 4 个树形，位置随机放置。仿真树上有不同颜色，不同颜色代表患虫病的程度：绿色代表健康，黄色代表轻微患虫害，灰色代表严重患虫害。喷药机器人需要根据不同的树形颜色来对树形进行不同时间的喷药。绿色树形不用喷药，黄色树形喷药时间约为 1-2s，灰色树形喷药时间约为 4-5s。根据喷药的具体情况将会获得相应的分数，若误判树形而误喷，将会扣除相应的分数。

E 区模拟开放真实农业中树形作物生长的喷药环境，E 区为开放区，开放区面积为 3000mm × 3000mm，里面有提示十字标 E1、E2、E3、E4、E5、E6，E 区中央 600mm 区域不放置仿真树形，仿真树形随机放置在开放区，E 区其他区域（黑色虚线框内）放置的仿真树形随机放置，共有 8 个树形，左右各四个且不对称，树形摆放转角为与白线水平方向成 30 度至 45 度，树形的朝向随机。仿真树上有不同颜色，不同颜色代表患虫病的程度：绿色代表健康，黄色代表轻微患虫害，灰色代表严重患虫害。喷药机器人需要根据不同的树形颜色来对树形进行不同时间的喷药。绿色树形不用喷药，黄色树形喷药时间约为 1-2s，灰色树形喷药时间约为 4-5s。根据喷药的具体情况将会获得相应的分数，若误判树形而误喷，将会扣除相应的分数。

比赛过程中不得给机器人充电。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

喷药机器人的比赛场地规格尺寸，如图 2 所示，区域面积 $7500\text{mm} \times 4200\text{mm}$ ，地面上铺绿色地毯。图中白线或十字标为宽度 24mm 的亚光纸条（双面胶），其中白色十字标总长为 150mm ，与白线垂直且左右对称。白线和白色十字光标是用来引导机器人进入喷药区域。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。

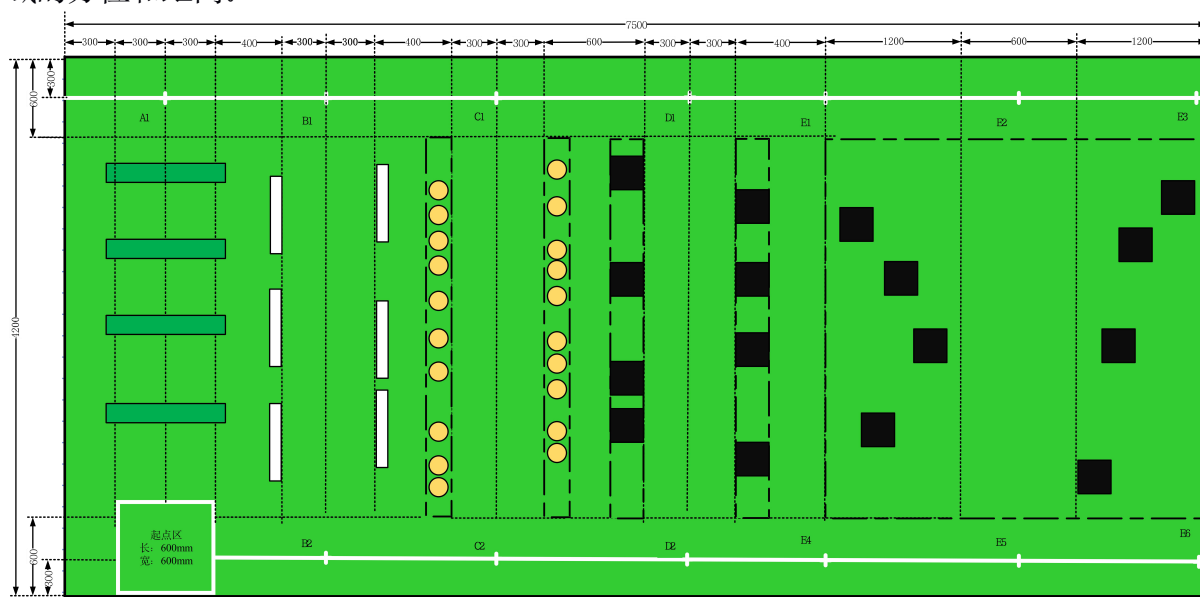


图 1 喷药机器人竞赛场地布局

比赛所用的场地道具，均由主办方提供，参赛队员可在相关参考链接进行购买。

根据具体比赛规则，图 1 所示的喷药点摆放位置均为示意位置，正式比赛时由现场自愿者根据比赛规则随机摆放。

A 区模拟设施农业中藤蔓型作物喷药环境，A 区有 4 个仿真藤蔓树形，随机分布在 A 区，A 区最末端有提示十字标 A1。仿真藤蔓树形高 700mm ，跨度宽 600mm 。

B 区模拟设施农业中需要连续分布的低矮作物喷药环境，B 区有两个花盆放置区，相隔 600mm ，对称分布在 B 区，B 区最末端有提示十字标 B1。放置区间隔摆放的长条形白色花盆，花盆里有仿真绿色植物。花盆尺寸为长 $43\text{cm} \times$ 宽 $18\text{cm} \times$ 高 13cm 。

C 区模拟设施农业中非连续分布的育花除草喷药环境，C 区有两个花盆放置区，相隔 600mm ，对称分布在 C 区，C 区进口端跟出口端有提示十字标 C1、C2。C 区内一共放置了 20 个花盆，所有花盆里均种有花朵，10 个花盆里设置杂草，花盆随机放置在花盆放置区内。

D 区模拟设施农业中树形作物生长喷药环境，D 区有两个树形放置区，相隔 600mm ，

对称分布在 D 区，D 区进口端和出口端有提示十字标 D1、D2。仿真树形放置在树形放置区，每个放置区各有 4 个树形，位置随机放置。仿真树上有不同颜色，不同颜色代表患虫病的程度：绿色代表健康，黄色代表轻微患虫害，灰色代表严重患虫害。8 个树形中，有绿色树形 2 个，黄色树形 3 个，灰色树形 3 个。

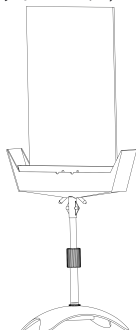


图 3 D 区、E 区模拟树形

E 区模拟开放真实农业中树形作物生长的喷药环境，E 区为开放区，开放区面积为 $3000\text{mm} \times 3000\text{mm}$ ，里面有提示十字标 E1、E2、E3、E4、E5、E6，E 区中央 600mm 区域不放置仿真树形，E 区其他区域（黑色虚线框内）放置的仿真树形随机放置，共有 8 个树形，左右各四个且不对称，**树形摆放转角为 30 度至 45 度，树形朝向随机**。每支队伍结束比赛后需调整树形位置及朝向，并更换树形卡纸。仿真树上有不同颜色，不同颜色代表患虫病的程度：绿色代表健康，黄色代表轻微患虫害，灰色代表严重患虫害。8 个树形中，有绿色树形 2 个，黄色树形 3 个，灰色树形 3 个。

起点与终点区域为 $600\text{mm} \times 600\text{mm}$ 的矩形区域，场地摆放位置可能会有误差，以现场提供为准。

本次比赛场地均为现场搭建，具有一定的误差，可以提出异议，并由技术委员会统一裁决。

。

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 600mm，宽不大于 600mm，机器人在比赛场地上完成动作，不能破坏场地。

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，比赛过程中的所有语音，应由机器人发出，每次喷药作业时，机器人应语音播报喷药信息。

八、评分标准

技术研发报告在比赛中的分值为 100 分，由技术委员会组织专家进行评判。其中，技术报告撰写的格式、语言逻辑性占 20 分（20%），技术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 20 分（20%），撰写内容的技术性占 60 分（60%）。技术报告存在抄袭行为，视情节严重程度酌情扣分，严重抄袭的技术报告，可以评判为 0 分。

喷药机器人根据喷药后喷药对象的覆盖面、喷药的精准度、药液的利用率分为三个等级：基本覆盖、少量覆盖、无效覆盖。

当喷药对象的覆盖面高于 50%，且药液基本喷洒在喷药任务点，判为“基本覆盖”等级，当喷药对象的覆盖面在 20%-50%，或药液少量喷洒在喷药任务点，判为“少量覆盖”等级，当喷药对象的覆盖面低于 20%或药液极少量喷洒在喷药任务点，判为“无效覆盖”等级。机器人喷头的喷药量每次都比较多，参赛队员明显没有控制施药作业量，裁判经过协商后可以判定机器人“施药量过多”。

根据虫害机器人自主判断施药药量，确定喷头打开个数、喷药次数同时进行语音播报，喷头打开个数、喷药次数、与语音播报的匹配程度决定了竞赛的得分。同时，喷药的位置、药量控制程度也同样会影响竞赛得分。判定机器人“施药量过多”的队伍，即使施药正确，语音播报也与施药作业情况相符，在每个施药区域，经过协商后，裁判根据施药量过多的程度，酌情扣分，扣分额度为该得分点的 50%以内。

A 区的花盆放置区，有四个随机位置的藤蔓植物仿真树形，主要考察喷药机器人的精确喷药能力。机器人需要连续在藤蔓仿真树形中完成喷药，根据不同的完成度等级，获得相应的分数。判定结果若为“基本覆盖”，每个加 20 分，判定结果若为“少量覆盖”，每个加 10 分；判定结果若为“无效覆盖”，不加分。若对无需喷药的放置区进行喷药，每次扣 10 分。

B 区的花盆放置区，有四个随机位置的长方形花盆，主要考察喷药机器人的连续喷药效果。机器人需要连续在花盆中完成喷药，每个花盆根据不同的完成度等级，获得相应的分数。判定结果若为“基本覆盖”，每个加 20 分，判定结果若为“少量覆盖”，每个加 10 分；判定结果若为“无效覆盖”，不加分。若对无需喷药的放置区进行喷药，每次扣 10 分。

C 区的花盆放置区，左右共分布 20 个花盆，若正确识别有杂草的花盆，对其执行喷药操作后，若喷药等级判定为“基本覆盖”，每个加 20 分，判定结果若为“少量覆盖”，每个加 10 分；判定结果若为“无效覆盖”，不加分；若对无杂草的花盆进行喷

药，每个扣 10 分。

D 区的树形放置区，左右共分布 8 个树形，树形颜色随机为绿、黄、灰。若正确识别树形虫害等级，对其执行喷药动作后，若喷药等级判定为“基本覆盖”，每个加 20 分，判定结果若为“少量覆盖”，每个加 10 分；判定结果若为“无效覆盖”，不加分；若对不同虫害等级判断失误，执行错误的喷药或错误的喷药时间，每个扣 10 分。

E 区的树形放置区，随机分布 8 个树形，树形颜色随机为绿、黄、灰。若正确识别树形虫害等级，对其执行喷药动作后，若喷药等级判定为“基本覆盖”，每个加 20 分，判定结果若为“少量覆盖”，每个加 10 分；判定结果若为“无效覆盖”，不加分；若对不同虫害等级判断失误，执行错误的喷药或错误的喷药时间，每个扣 10 分。

比赛规定时间内，机器人回到终点区，加 10 分，未回到终点区，不加分。

比赛开始时，机器人能够进行语音播报，介绍参赛队伍情况、机器人特点等，加 10 分，若不能语音播报的队伍，不加分。C 区、D 区、E 区喷药任务中，机器人能够对目标进行准确判断，并能进行语音播报出判断结果的队伍，每个加 5 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；参赛分数相同的几支队伍，按照比赛完成的时间在这几支队伍中间进行排序，用时少的在前，用时多的在后。

本次比赛场地均为现场搭建，具有一定的误差，可以提起异议，交由技术委员会统一裁决。

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（旨在保护比赛场地、道具，以及看护机器人），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。其他任何影响比赛进程的行为均被禁止，对场内比赛造成影响的，取消本场比赛成绩。

比赛开始前有准备时间，准备时间为 3 分钟。

每场比赛结束后，需更换 D、E 区模拟树形的卡纸，并调整 E 区色板的位置和旋转的角度，旋转角度区间为 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。

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。

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。

每场比赛结束后重新调整无人机信息采集区的色块顺序，并公布本场比赛得分。

两次比赛成绩取最高分为最终成绩。

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，到比赛检录出检录，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。