

第二十四届全国大学生机器人大赛 ROBOCON



仿生足式机器人挑战赛 比赛规则

全国大学生机器人大赛组委会

2024年9月

<http://www.cnrobocon.net>

目录

| | |
|-----------------|----|
| 1. 赛事背景 | 3 |
| 2. 规则简述 | 3 |
| 2.1 竞速赛 | 3 |
| 2.2 障碍赛 | 3 |
| 2.3 越野赛 | 3 |
| 3. 比赛场地 | 4 |
| 3.1 竞速赛场地 | 4 |
| 3.2 障碍赛场地 | 5 |
| 3.3 越野赛场地 | 6 |
| 4. 机器人 | 6 |
| 5. 参赛队 | 7 |
| 6. 规则细则 | 7 |
| 6.1 赛前准备 | 7 |
| 6.2 比赛开始 | 8 |
| 6.3 竞速赛 | 8 |
| 6.4 障碍赛 | 8 |
| 6.5 越野赛 | 9 |
| 6.6 比赛成绩 | 10 |
| 7. 犯规 | 11 |
| 7.1 竞速赛 | 11 |
| 7.2 障碍赛 | 11 |
| 7.2 越野赛 | 11 |
| 8. 取消比赛资格 | 11 |
| 9. 安全性 | 12 |
| 10. 其他 | 12 |

1. 赛事背景

机器人包罗万象，但是具有人类形态、像人一样运动和思考的“人形机器人”，依然是机器人学的终极目标。具有类似于人、四足动物、多足昆虫等运动形态的“多足机器人”也具有同等重要的研究及应用价值。上述机器人被称为“足式机器人”。

足式机器人是一种具有腿式结构、能根据不同地形自动改变形态的仿生移动机器人。它的地形适应能力极强，可完成行走、奔跑、跳跃、越障等多种复杂动作，是最佳的全地形移动机器人平台，因此可广泛应用于军事侦察、工业巡检、星际探索、快递运输、家庭服务等领域。

“仿生足式机器人挑战赛”可启发学生在仿生机构、关节驱动、伺服控制、信息感知、运动规划、人机交互等方面的创新设计，培养学生的系统设计观念、创新意识、组织协调及动手实践等能力！

2. 规则简述

本届“ROBOCON 仿生足式机器人挑战赛”包括竞速赛、障碍赛、越野赛三个赛项，重点考核学生设计足式机器人运动的稳定性、灵活性、环境适应性、智能性、可靠性等。我们期待在赛场上见证未来工程师们制作的仿生足式机器人的精彩表现！

2.1 竞速赛

(1) 比赛形式

机器人在竞速赛跑道内竞速，根据速度确定成绩，比赛时间内未跑完全程的机器人不计成绩。

(2) 比赛时间

每场比赛时间为150秒。

2.2 障碍赛

(1) 比赛形式

机器人在障碍赛场地，从启动区出发，跨越障碍，根据越过障碍数量得分确定成绩。

(2) 得分方式

成功跨越障碍得分。

(3) 比赛时间

每场比赛时间为240秒。

2.3 越野赛

(1) 比赛形式

机器人从起点出发，在划定的比赛场地范围内行走，到达打卡点或终点后，其任何部位触及到该

位置设定的标识则获得该赛段得分。

(2) 得分方式

成功打卡或直接到达终点得分。

(3) 比赛时间

每场比赛时间为360秒。

3. 比赛场地

在室内进行的竞速赛和障碍赛场地如图 1 所示。场地外围尺寸长 40 米、宽 15 米。场地总体布局分为障碍赛场地(图 1 中的上方黄色区域)、竞速赛场地(图 1 中的下方黄色区域)、障碍赛操作手活动区(图 1 中绿色区域)、竞速赛操作手活动区(图 1 中, 长 6 米、宽 1.5 米的红线长方形区域)。场地内各类标识线的宽度均为 50mm。

越野赛在室外人工立体绿化场地环境内进行。比赛场地周边用围栏标记, 场地内可能有草坪、石板路、透水砖道、硬质路、树丛、泥泞路、减速带、路桩、斜坡、台阶等, 比赛场地路面具有一定的难度和变化性。

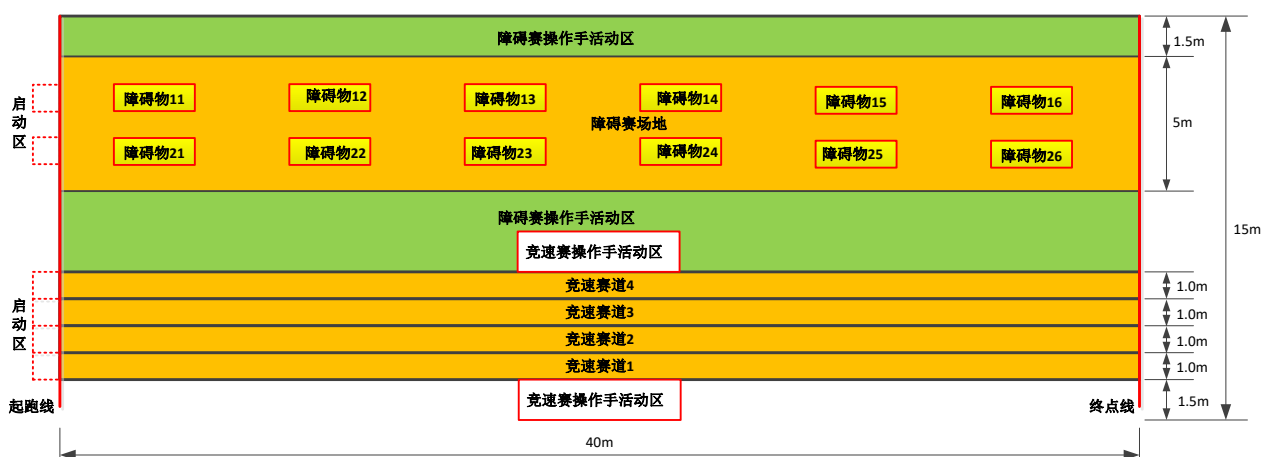


图 1 竞速赛、障碍赛场地

3.1 竞速赛场地

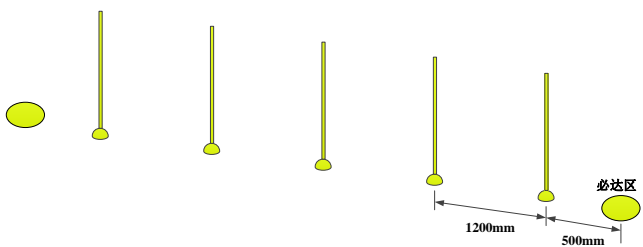
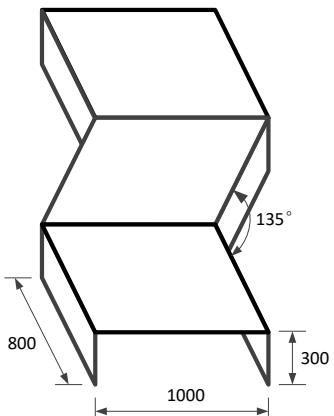

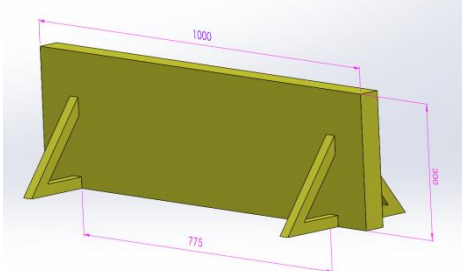
如图 1 所示, 竞速赛场地的左端为竞速赛起跑线, 右端为竞速赛的终点线。竞速赛场地内设有 4 条赛道, 每条赛道的宽度为 1 米, 长度为 40 米。竞速赛场地设有 4 个启动区(图 1 中赛道左方的红色虚线框), 机器人启动比赛前, 机器人身体投影需在红色虚线框内。操作手必须在竞速赛操作手活动区内操作机器人。

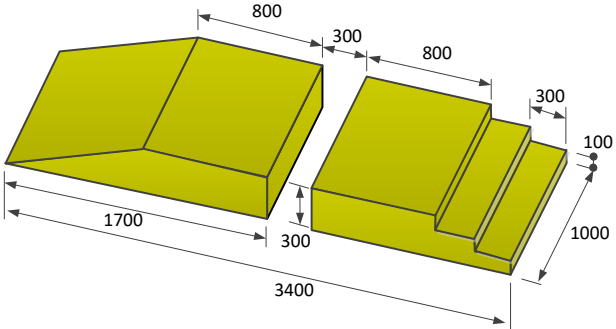
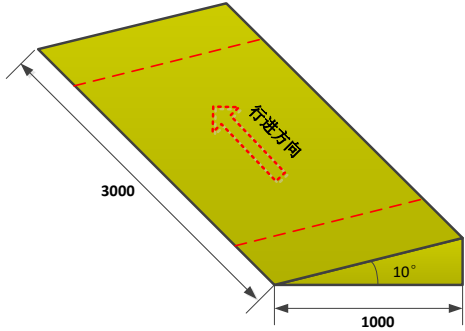
3.2 障碍赛场地

如图 1 所示，障碍赛场地尺寸为长 40 米，宽 5 米。障碍赛场地内设有 2 排障碍物，2 排之间的间距为 1 米。场地内每排的障碍物有 6 个，分别是竖杆、低姿匍匐框架、沙坑、高墙、断桥、斜坡。各障碍物的排列顺序在赛前公布。操作手必须在障碍赛操作手活动区内操作机器人。

各障碍物的结构、尺寸见表 1。

表 1 各障碍物的尺寸及形状

| 障碍名称 | 参考图示 | 说明 |
|--------|---|---|
| 竖杆 |  | 竖杆高 1000mm，注砂底座，杆间距离为 1200mm 米。绕杆区的前方和后方各有一个圆形必达区。必达区与标志杆的距离为 500mm，必达区的直径 350mm。 |
| 低姿匍匐框架 |  | 框架由金属杆件焊接而成，宽度 1000mm，高度 300mm，各段累积长度为 2400mm，各段之间的夹角为 135°。 |
| 沙坑 |  | 砂箱长 2500mm，宽度 1000mm，护栏高度 120mm，内部玩具砂深度为 100mm。 |
| 高墙 |  | 高墙长度 1000mm，高度 300mm。厚度为 50mm，木板结构。表面刷黄色水性乳胶漆 |

| | | |
|----|---|---|
| 断桥 |  | <p>断桥的总长为 3400mm，宽度为 1000mm，高 3mm。其它尺寸见左图标注。台阶高度 100mm，深度 300mm。表面刷黄色水性乳胶漆。</p> |
| 斜坡 |  | <p>斜坡宽 1000mm、长 3000mm、斜坡角度为 10°。斜坡的表面涂黄色水性乳胶漆。</p> |

3.3 越野赛场地

如图 2 所示。越野赛场地设有起点、打卡点 1、打卡点 2、终点。从起点到打卡点 1 被定义为赛段 1，从打卡点 1 到打卡点 2 被定义为赛段 2，从打卡点 2 到终点被定义为赛段 3。各赛段的地面环境不一样。

从起点到终点的直线距离约 100 米(基于地形条件进行微调)，起点、打卡点 1、打卡点 2、终点等不在一条直线上。

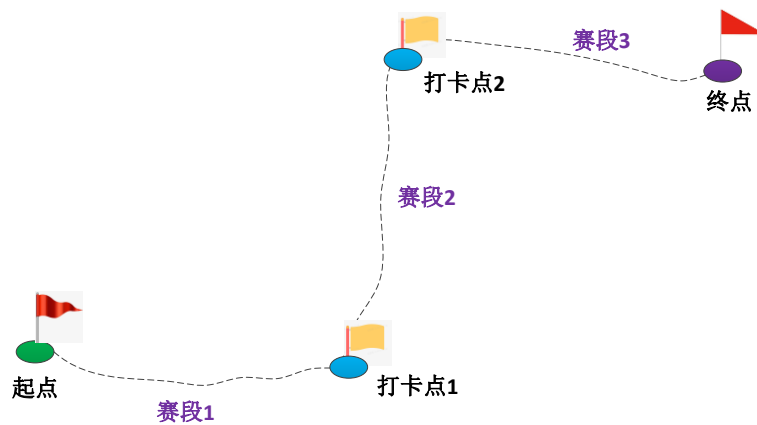


图2 越野赛赛段示意图

4. 机器人

- (1) 参加竞速赛、障碍赛、越野赛的足式机器人必须是参赛队自己开发设计的机器人。
- (2) 参加竞速赛、障碍赛和越野赛的机器人机械结构及控制方式可以不同，但每个赛项只允许每一支参赛队有 1 台机器人参加。

- (3) 机器人应是一个独立的整体，不得分离为多个子单元(遥控盒除外)或用软缆连接的子单元。
- (4) 机器人的控制方式可以是手动遥控(包含半自动)、也可以是完全自主。手动遥控机器人只能用无线遥控。
- (5) 机器人的能源：
 - 1) 参赛队应自备能源。且只能用电池和/或压缩空气或弹性力作为能源。
 - 2) 机器人、控制盒及比赛过程中使用的其它装置的所有电池(或用电池串联或并联构成的电源包)的标称电压不得超过 48V。
 - 3) 压缩空气为能源的参赛队必须使用专用容器或原始状态的塑料瓶。气压不得超过 600kPa。
 - 4) 禁止使用被视为危险的任何能源。
- (6) 足式机器人的尺寸、重量及结构：
 - 1) 足式机器人类型可以是单足机器人、双足机器人、多足机器人等，但要求每条腿的自由度数不得少于 2 个。
 - 2) 机器人外形尺寸(自然站立状态下)不得超过长 800mm、宽 600mm、高 600mm。足部接地的外接圆直径不得大于 80mm；
 - 3) 机器人本体(含机载电池和遥控盒)的重量不得超过 30kg。

5. 参赛队

- (1) 每个学校参加“仿生足式机器人挑战赛”的参赛队数量不多于 3 个。各参赛队设计的机器人之间在结构、尺寸、外形等方面不得相同或高度相似。
- (2) 每支参赛队最多由 10 名学生队员组成，他们均应属于同一所学校。
- (3) 每一个参赛队只允许有 3 名学生上场参赛操作。
- (4) 机器人在比赛前未通过安全检查和比赛的参赛队不得参加比赛。
- (5) 参赛队员必须为在读大学生(专科生、本科生、研究生)。
- (6) 参赛队员应以积极心态和健康心理面对和处理比赛中遇到的所有问题，友善对待和尊重队友、对手、志愿者、裁判员和所有为比赛付出辛劳的人，做到自尊、自重。

6. 规则细则

6.1 赛前准备

- (1) 赛制安排及参赛顺序根据参赛高校数量及参赛队数量确定。
- (2) 每项比赛开始前，参赛队必须申明机器人的控制方式是手动遥控(包含半自动)，还是完全自主。一旦申明确定，该项比赛开始后，不再允许改变其控制方式。
- (3) 室内比赛场地内若需要设置标识物，只允许在自己的赛道内或障碍赛区域内设置标识物，且不得影响其它队的正常比赛。裁判员及操作手活动区域内不得放置标识物。

- (4) 设置标识物的尺寸不能超过 600mm×600mm×200mm，且在本队机器人完成比赛后需立即拆除。标识物不能具备控制、通讯、传感、运动等功能。设置标识物的类型、位置、尺寸、功能等必须经过裁判的认可才能使用。
- (5) 每场比赛开始前，参赛队可在一分钟的准备时间内设置其机器人。准备时间结束时，机器人应完全纳入启动区。

6.2 比赛开始

- (1) 如果参赛队在比赛前的一分钟内没有完成机器人的设置，比赛开始后，可以继续设置，但计时不停。一旦设置结束，参赛队可自行启动机器人开始比赛。
- (2) 对于竞速赛，比赛开始后，操作手只允许在“竞速赛操作手活动区”，上下两个活动区各站 2 位操作手，具体站立位置由裁判指定。其他 2 位队员各站在竞速赛场地的两端；对于障碍赛，比赛开始后，各队只允许 1 名操作手进入绿色区域内。其他 2 位队员各站在障碍赛场地的两端；对于越野赛，只有操作手可跟在机器人后面行走，其他 2 位队员必须与机器人保持 3 米以上的距离，且不得遮挡裁判员的视线。
- (3) 对于完全自主的机器人，裁判员发出比赛开始口令，参赛队员按下机器人启动开关后，不能再以任何形式参与机器人的运动控制(包括移动或更换场外标识物)。
- (4) 比赛过程中，未经裁判允许，参赛队员不得与机器人接触。

6.3 竞速赛

- (1) 比赛过程中，若机器人摔倒或出现故障，参赛队员必须向裁判申请并获得允许后才能扶起或修复机器人。扶起或修复机器人时不得影响其他参赛队的机器人正常行走和操作手的视线。机器人扶起或修复后，机器人必须从原地、原朝向出发且所有队员必须回到相应区域后方可继续比赛，修复时计时不停。
- (2) 比赛过程中，机器人只能在自己赛道内行走或跳跃，若跨入其它赛道则必须先回到自己的赛道后方可继续比赛，若阻挡或冲撞了其它赛道的机器人，肇事机器人要被判罚扣除一定分值。若导致其它机器人无法完成竞速赛，被冲撞的机器人安排重赛。

6.4 障碍赛

- (1) 比赛过程中机器人跨越障碍的顺序和方向不限。但机器人必须从启动区出发。
- (2) 若机器人在赛道上摔倒或出现故障，参赛队必须向裁判申请并获得允许后才能扶起或修复机器人。扶起或修复后，机器人必须从原地、原朝向出发继续比赛。修复时计时不停
- (3) 机器人在跨越障碍过程中，一旦从障碍物上摔下或在障碍物上出现故障，参赛队可向裁判申请并获得允许后才能修复机器人。修复后机器人可重新选择越障，也可选择放弃该障碍继续完成其它障碍。
- (4) 越障成功的定义：机器人从障碍的一侧翻越到此障碍的另一侧，则表示成功越过了本赛段障碍，

完成最后一个障碍后举手示意则表示障碍赛完赛。

表 2 越障成功的定义

| 障碍名称 | 成功定义 |
|------|--|
| 竖杆 | 机器人以“S”型的方式从竖杆障碍两侧的圆形必达区出发，绕过竖杆区的每一个竖杆后到达另一侧圆形必达区，则表示绕杆障碍通过完成。机器人碰到竖杆且造成竖杆大角度倾斜，则绕杆不成功，必须从必达区出发重新绕杆。 |
| 高墙 | 机器人必须从高墙的上方跃过或攀爬通过，高墙赛段越障成功。跳跃或攀爬过程中导致高墙倒下，高墙赛段越障失败。 |
| 斜坡 | 无论从哪个位置迈上斜坡，机器人在斜坡上行进方向行走的距离不得少于2米，若机器人超过1只足接触到平面场地，则需重新越障。 |
| 变向匍匐 | 机器人可以任何运动姿态钻过障碍，则表示匍匐障碍通过完成。 |
| 沙坑 | 机器人必须从长度2.5米的砂坑里通过并行走至另一端。跨越过程中，若机器人足数的1/2以上足与地面接触，则越障失败，必须重新越障。 |
| 断桥 | 机器人可从任一方向跨越断桥。但机器人在通过台阶时，要求至少每一级台阶顶面与机器人足底有一次接触。跨越过程中，若机器人足数的1/2以上足与地面接触，则越障失败，必须重新越障。 |

(5) 重复跨越同一个障碍，不重复记分。

(6) 机器人完成最后一个障碍后，参赛队员应举手示意，则表示障碍赛结束，计时停止。

6.5 越野赛

- (1) 机器人必须从起点出发，到达打卡点或终点后，其任何部位触及到该位置设定的标识，即被认为打卡成功，获得该赛段得分。未到达打卡点或终点前，越野失败，本赛段不得分。
- (2) 机器人完成越野赛的行走路线不限，但必须在划定的比赛场地范围内行走：①机器人选择经起点、打卡点 1、打卡点 2、到达终点的路径，按阶段逐步完成全程比赛。每完成一个赛段，可以得到一个相应的赛段得分。最后得分为各赛段得分之和；②机器人选择从起点出发后，直接到达终点(未经过打卡点)，最后得分为各赛段得分之和。但若中途越野失败而未到达终点，越野得分为 0；③机器人选择经起点、打卡点 1、直接到终点，或经起点、打卡点 2、到达终点，最后得分为各赛段得分之和。若只完成其中的一个赛段或两个赛段，最后得分为一个赛段得分或两个赛段得分之和。
- (3) 比赛过程中，若机器人摔倒或出现故障，参赛队员通过申请并得到裁判同意后，可在原地扶起、修复机器人(包括更换电池、补充能源)。扶起或修复后，机器人必须从原地出发继续比赛。修复机器人时，计时不停止。
- (4) 整个比赛过程中，参赛队员申请扶起、修复的次数不得超过 5 次。当参赛队员第 6 次申请扶起或修复时，则被裁判员视为示意结束比赛。计时停止。
- (5) 比赛过程中，如果机器人出现故障而无法继续完成比赛，参赛队员可及时示意裁判结束比赛，则

比赛结束，停止计时。

- (6) 机器人到达终点后，计时立刻停止。若6分钟时间用尽，机器人仍未到达所有必达区，则裁判员终止比赛。

6.6 比赛成绩

- (1) 竞速赛：竞速赛成绩用加上犯规罚秒的时间来表征。

- 1) 犯规罚秒指操作手或机器人每出现一次犯规情况时，犯规罚秒一次。比赛结束后统计犯规次数、计算罚秒时间。整个比赛过程中，不停止机器人进行计时罚秒。竞速赛的犯规扣分标准见7.1。

- 2) 时间的具体计算方法：

手动遥控机器人：时间=具体比赛用时+犯规罚秒

完全自主机器人：时间=具体比赛用时 \times 0.8+犯规罚秒

- 3) 时间是竞速赛参赛队成绩排名的第一依据。对于第一依据排名持平的参赛队，完全自主行走的机器人参赛队排名在先；若排名仍然持平，则机器人重量轻者排名在先。

- (2) 障碍赛：障碍赛的成绩用扣除犯规扣分的越障分和时间来表征。

- 1) 越障分是障碍赛参赛队成绩排名的第一依据。在比赛中没有犯规的情况下，越障分指机器人跨越所有障碍物的得分和。它与参赛队选择的机器人控制方式有关，障碍得分方法如下：

手动遥控机器人：每完成一个障碍的越障分为70分；

完全自主机器人：每完成一个障碍的越障分为100分；

- 2) 时间是障碍赛后参赛队排名的第二依据。对于第一依据排名持平的参赛队，比赛用时少的参赛队排名在先。若排名仍然持平，采用完全自主行走的机器人参赛队排名在先。越障分为0的参赛队，没有时间成绩。

- 3) 障碍赛的犯规扣分标准见7.2。

- 4) 障碍赛成绩得分的具体计算方法：障碍赛成绩=越障分和-犯规扣分。

- (3) 越野赛

- 1) 越野得分方法如下：

手动遥控机器人：每完成一个赛段得70分；

完全自主机器人：每完成一个赛段得100分；

- 2) 时间是竞速赛后参赛队排名的第二依据。对于第一依据排名持平的参赛队，用时少的参赛队应排名在先。如果仍然持平，采用完全自主行走的机器人参赛队排名在先。如果比赛中，机器人没有经过任何打卡点、且未到达终点，则没有时间成绩。

- 3) 越野赛的犯规扣分标准见7.3。

- 4) 越野赛成绩得分的具体计算方法：越野赛成绩=越野得分和-犯规扣分。

7. 犯规

如果机器人在比赛中犯规，用于参赛队排名的总分必须扣除犯规罚分。

7.1 竞速赛

机器人出现以下情况，每次罚时10秒：

- (1) 比赛过程中，参赛队员未获得裁判允许就接触机器人的任何部件；
- (2) 跨入其它赛道并阻挡或冲撞了其它机器人的正常行走；
- (3) 参赛队操作手及其他队员未按规定站在相应区域内。与(1)项规则同时发生者，不重复扣罚；
- (4) 有意损坏场地设施者；
- (5) 违反规则而未在取消比赛资格中提及的其它行为。

7.2 障碍赛

机器人每出现一次以下犯规情况，罚20分一次：

- (1) 比赛过程中，参赛队员未获得裁判允许就接触机器人的任何部件；
- (2) 有意阻挡或冲撞其它参赛机器人；
- (3) 有意损坏场地及设施者；
- (4) 参赛队操作手及其他队员未按规定站在相应区域内。与(1)项规则同时发生者，不重复扣罚；
- (5) 违反规则而未在取消比赛资格中提及的其它行为。

7.2 越野赛

机器人每出现一次以下犯规情况，罚20分一次。

- (1) 比赛过程中，参赛队员未获得裁判允许就接触机器人的任何部件；
- (2) 有意损坏草坪、树木、路面、场上器材等行为；
- (3) 有意冲撞、阻挡或干扰其它参赛机器人的正常行走。

8. 取消比赛资格

如果某一参赛队在比赛中有以下行为，该队将被取消比赛资格：

- (1) 参赛机器人本体采用外购商用机器人者；
- (2) 自行设计的机器人与其它参赛队在结构上明显雷同并被举报；
- (3) 对于参赛队员及机器人，恶意损坏比赛场地、设施、设备，或有意冲撞参赛队员及场上工作人员；
- (4) 参赛队选择的机器人控制方式是完全自主，但比赛过程中又通过远距或隐蔽遥控方式控制机器人；
- (5) 任何有悖公平竞争精神的行为；

- (6) 无视裁判的指令或警告。

9. 安全性

参赛队所设计足式机器人的安全性对于比赛的成功举办至关重要。在比赛检查、比赛准备、比赛开始及比赛过程中，机器人的安全性应达到以下要求：

- (1) 参赛队对其机器人的安全性负有责任。应保证机器人不对任何人员、设施、比赛场地、及周边环境等造成损害。
- (2) 在机器人身体的明显位置必须安装急停按钮，且处于容易触及的地方。
- (3) 参赛队员应关注自身安全，在练习和比赛时应戴合适的头盔、防护镜等。

10. 其他

- (1) 本规则中未提到的任何行为的合法性由裁判慎重裁决。录像在裁决中不是有效证据。在有争议的情况下，裁判的裁决是最终裁决；
- (2) 本规则中所述的比赛场地尺寸可能会根据实际场馆布局弹性调整；
- (3) 本规则中所述场地、设施的尺寸、重量等，除非另有说明，误差为 $\pm 5\%$ 。但是，本规则所示的机器人尺寸和重量是最大值，没有允许误差；
- (4) 在比赛场地外设置标识物时，不得擅自改变场地周边环境（包括擅自移动场馆内设施、设备的位置，擅自遮盖或关闭场馆内照明、显示、摄像等设施(包括调整亮度)等）。
- (5) 因疫情、天气等不可抗力因素及其它突发事件时，组委会有权决定取消或推迟整个比赛或部分赛项。
- (6) 针对室外项目，参赛队自行准备防雨设备。
- (7) 组委会将在官方网站www.cnrobocon.net上发布对本规则的任何修订。
- (8) 关于主题与规则的问题，请各参赛队指派专人在上述网站的论坛板块中提出。
- (9) 竞赛组委会可能要求参赛队在中期检查及正式比赛前提交参赛机器人文字说明及视频资料。