点足机器人强化学习复杂地形行走挑战赛

决赛执行方案与评分标准

一、总则

1. 参赛队须取得组委会公布的决赛资格，并完成身份审核。

2. 决赛使用组委会统一提供的实体点足机器人、控制器和控制接口。

3. 参赛队应最迟于决赛前 2 个工作日 17:00 将作品资料发送至指定邮箱：shaolingxuan@tjchenxing.com。邮件主题及压缩包均命名为“学校名-参赛队伍名”。作品资料包括作品文档 PDF、训练后的模型文件、参数配置清单和结果数据。

5. 队伍可在指定调试时段完成系统检查，但不得在计分过程中临时调参或替换控制策略。

6. 提交材料不完整但仍达到最低要求的，由责任评委在“内容完整性”和“表现分析”中据实扣分。

二、决赛内容与总体安排

（一）决赛构成

决赛由作品文档、现场实操和现场答辩三部分组成，总分 100 分。

模块	分值	主要考核内容
作品文档	20 分	参数理解与调整依据、训练与实验记录、调参效果与证据
现场实操	60 分	10 秒原地踏步、3 米直线行走、5°上、下坡综合通行
现场答辩	20 分	参数理解与调参逻辑、训练效果与证据、问答与现场一致性
合计	100 分	以最终得分从高到低排名

（二）现场实操项目

现场实操赛道按“10 秒原地踏步区—3 米直线赛道—5°上、下坡综合通行区”的顺序连续设置。三个环节共用同一通行方向，场地首尾衔接，构成一条连续赛道；各环节仍分别发令、分别计时、分别判定有效完成并独立计分。

顺序	项目	场地与任务	满分
1	10 秒原地踏步	在同心圆评分垫中央连续踏步 10 秒，按全程最外单足落点所在评分环计分	20 分
2	3 米直线行走	在宽 1.50 米的直线赛道内前行 3 米，按用时、颜色分区和裁判评价计分	20 分
3	5°上、下坡综合通行	从坡底启动，依次通过 1 米 5°上坡、0.5 米平台、1 米 5°下坡，并稳定到达下坡终点，按用时和质量计分	20 分

（三）单队 15 分钟流程

时间	环节	执行要求
0:00—5:00	模型准备	此操作步骤由组委会协助进行
5:00—6:00	10 秒原地踏步	放置于评分垫中心，听到口令后开始，满 10 秒结束
6:00—7:00	3 米直线行走	完成一次正式测试，最长计时 30 秒；超时即终止
7:00—8:00	5°上、下坡综合通行	完成一次正式测试，最长计时 32 秒；超时即终止
8:00—10:00	成绩确认与场地复位	队伍确认客观数据并签字，工作人员恢复场地
10:00—15:00	现场答辩	参数与调参陈述 3 分钟，问答 2 分钟

每队实际用时以现场调度为准。若因前序队伍延误，答辩时间可由裁判长在不影响公平的前提下调整。

三、通用竞赛规则

（一）统一控制与操作

1. 操作只能通过赛前公布的控制手柄发出“前进、后退、左转、右转、停止、启动步态”等指令，不得直接逐关节手动控制。

2. 计时过程中不得连接外部调试线，不得由人员扶持、牵引、推动或阻挡机器人，不得通过外部设备修改模型参数。

（二）计时与有效完成

1. 计时精确到 0.01 秒，评分记录保留 0.1 秒；同一项目使用同一套主计时和备用计时设备。

2. “启动”口令发出后，机器人首次产生有效运动即开始计时；不得通过原地摆动或抬足预动作提前触发计时。

3. 直线项目以机器人两足足端全部完全越过 3 米终点线且随后自主站稳 2 秒为有效完成。

4. 坡道项目以机器人两足足端全部完全越过下坡终点线、进入终点平台且自主站稳 2 秒为有效完成。

5. 测试超时、越过安全边界、严重硬件异常或裁判长发出停止口令时，立即停止计时并终止该次测试。

（三）正式测试与异常处理

1. 每队每个实操项目原则上只有一次正式测试，成绩以该次测试为准。

2. 以下情形由裁判长确认后可重测一次：场地设施移位或断裂、设备电池电量不足、计时设备明显故障、非参赛队原因造成通信中断、其他队伍或人员进入赛道干扰。

3. 机器人更换电池在非计时状态、由组委会在指定区域完成，所用时间不计入该队 15 分钟总时长。

（四）口令与抢跑

统一口令为“各就位—准备—开始—停止”。裁判长确认机器人静止、计时员就位后发出“开始”。在“开始”前产生有效运动的，第一次判抢跑，重新就位；第二次在本次决赛中判抢跑的项目成绩为零。

（五）安全要求

1. 每队指定一名操作手和一名安全观察员，安全观察员不得在计时过程中接触机器人，但可随时提示并触发急停。

2. 坡道测试时，安全人员分别关注上坡侧后方和下坡末端，不进入机器人运动路线；机器人出现侧翻、失控下滑或偏离坡面趋势时立即急停。

安全绳要求：比赛全程安全绳须保持放松，不得为机器人提供牵引、承重或定位。安全员以肉眼可见拉直并产生拉力作为紧绷判定；出现一次紧绷扣 1 分，若安全绳持续紧绷或明显辅助机器人，该项目成绩记 0 分。

（六）裁判与记录

1. 每队实操配置 1 名裁判、1 名计时员、1 名记录员和 1 名安全员。计时员、记录员和安全员只负责客观记录与安全保障，不参与主观评分。

（七）参赛纪律与原创性

1. 参赛队提交的模型、参数配置、训练记录、作品文档、演示视频及答辩内容须来源真实，并能够由本队说明形成过程。

2. 严禁参赛队之间互相抄袭、共享或转交模型、参数包、训练数据、文档和答辩材料，严禁由其他人员代训、代调参、代答辩或冒名参赛。

3. 经模型文件、参数配置、训练记录、文档和现场问答综合核验，两队提交内容高度一致且不能分别说明独立形成过程的，或存在买卖、代做、复制等行为的，取消相关队伍决赛资格和成绩；已获奖项的，予以追回。

四、场地与设备参数

说明：以下场地图均按正文尺寸绘制，图中未按比例显示的箭头仅表示动作或通行方向。施工和验收以图中标注尺寸为准。

原地踏步评分垫、3 米直线赛道和 5°上、下坡道按上述顺序首尾衔接布置，衔接区域平顺、无障碍，并满足各项目缓冲区和安全要求。

（一）原地踏步评分垫

在 2 米见方的防滑地垫上印制 2 米直径的同心圆评分靶。圆心为初始站位中心，向外依次形成 4 个有效评分环；评分靶外侧保留至少 0.3 米缓冲带。

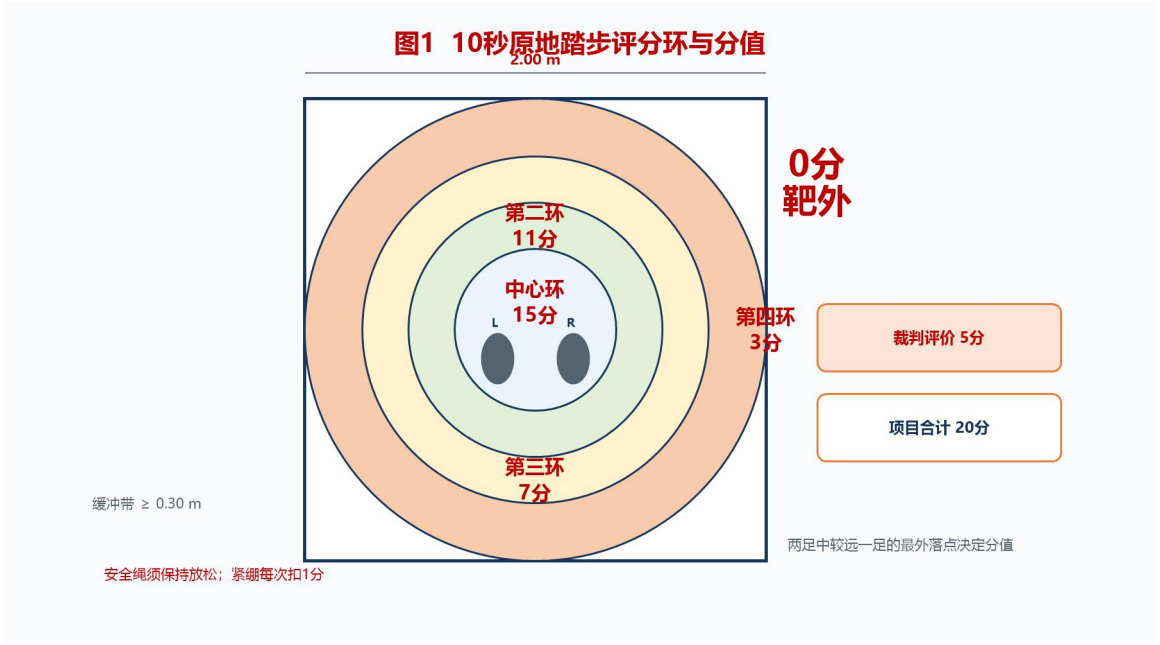


图 1　10 秒原地踏步评分环与分值（2.00 m 直径，缓冲带≥0.30 m）

（二）3 米直线赛道

1. 赛道从起点线内侧到终点线的净前进距离为 3.00 米。

2. 两条平行边线内侧间距为 1.50 米。

4. 起始摆放时，机器人两足均位于起点线后侧，并全部落在绿色核心区内。比赛仅按完整颜色区域判定。

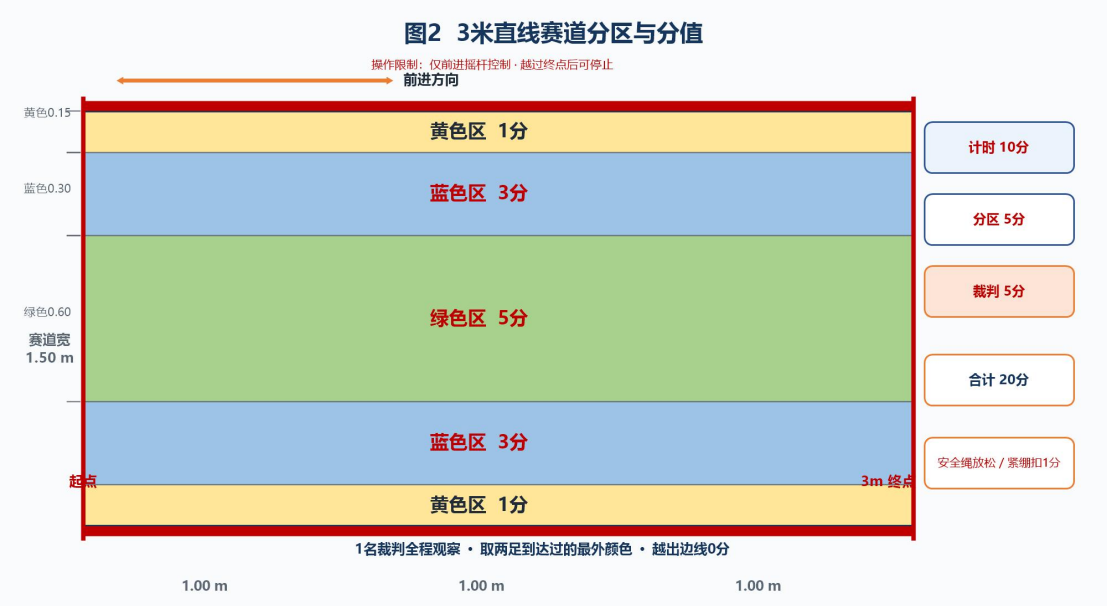


图 2　3 米直线赛道分区与分值（宽 1.50 m）

（三）5°上坡—0.5 米平台—5°下坡坡道

1. 坡道主体由 1.00 米 5°上坡、0.50 米水平平台和 1.00 米 5°下坡组成，净宽 2.00 米；单段理论升降高度约 0.087 米。坡道主体两端各设置不小于 0.50 米的水平安全衔接区。

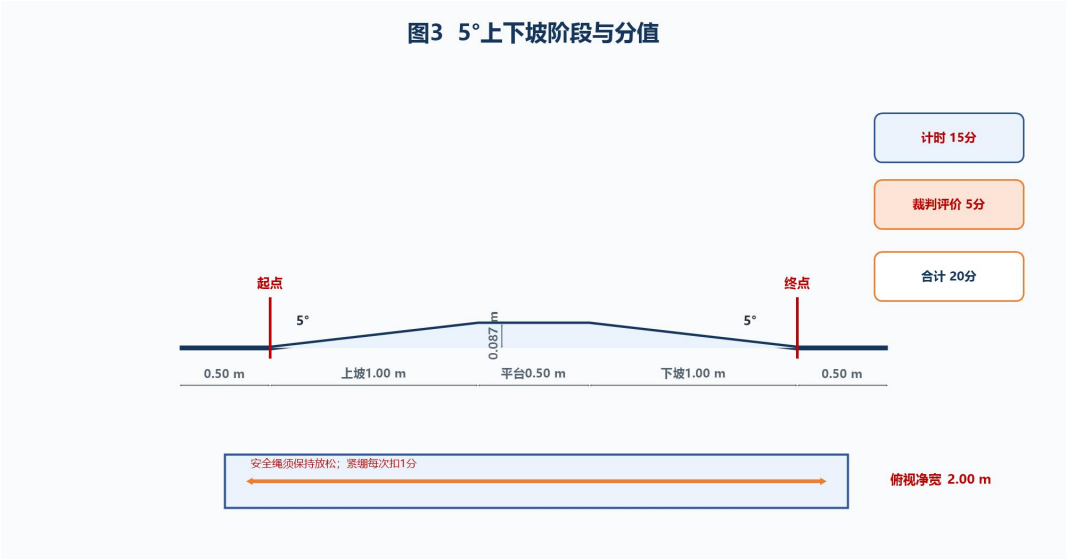


图 3　5°上下坡阶段与分值（坡面宽 2.00 m）

2. 坡底、坡顶和下坡末端过渡处应平顺，不得形成额外台阶。上坡与平台、平台与下坡的接缝应连续，不得出现可被足端勾挂的凸台或缝隙。

3. 坡面使用统一防滑材料。

4. 起点线位于上坡底端，终点线位于下坡底端。计时从机器人两足足端全部完全越过上坡起点线开始，到两足足端全部完全越过下坡终点线并进入末端平台结束；上坡、平台和下坡阶段均计入用时。

5. 坡道宽度和表面摩擦状态对全部队伍一致。每队测试前由工作人员清除浮尘，不得向坡面添加任何临时防滑材料。

（四）场地空间需求

1. 按三个项目连续直线布置计算，赛道本体净占长约 9.10 米：原地踏步区（含两侧各 0.30 米缓冲带）2.60 米 + 3 米直线赛道 3.00 米 + 坡道（含两端各 0.50 米安全衔接区）3.50 米；赛道本体最大净宽为原地踏步区 2.60 米。

2. 在赛道本体四周预留不小于 1.50 米的执裁、安全和设备通行净空后，理论最小场地净尺寸为 12.10 米×5.60 米，面积约 67.76 平方米。考虑标线、摄像设备和现场安装偏差，建议按不小于 13.00 米×6.00 米、可使用面积不小于 78 平方米申报和布置。

五、现场实操评分标准

三个实操项目统一采用“客观任务分 + 裁判现场评价 5 分”的结构：原地踏步 20 分 = 落点环 15 + 裁判 5；直线 20 分 = 时间 10 + 直线分区 5 + 裁判 5；坡道 20 分 = 时间 15 + 裁判 5。每项测试按同一顺序执裁：先判定是否有效完成，再记录客观分，最后由同 1 名评分裁判完成评价并写明理由。裁判评价是公开的自主评分项，按下列统一维度评分；不得设置表外调节分。

统一裁判评价维度	分值	评分要点
姿态与步频	2 分	姿态端正、步频清晰、左右动作协调
稳定、连续与安全	2 分	全程动作连续，无明显停顿、失衡、摔倒或失控
踏地与现场适应	1 分	踏地节奏和冲击合理，能适应本任务的速度、地形或位置要求

（一）10 秒原地踏步：20 分

安全绳要求：比赛全程安全绳须保持放松，不得为机器人提供牵引、承重或定位。安全员以肉眼可见拉直并产生拉力作为紧绷判定；出现一次紧绷扣 1 分，若安全绳持续紧绷或明显辅助机器人，该项目成绩记 0 分。

1. 裁判发出“开始”口令后立即开始踏步并启动 10 秒计时；10 秒内不得发出新的行进或转向指令。

2. 踏步评分逐只观察两足落地点，以 10 秒内任一只足到达过的最外评分环计分，若 10 秒内两足交替达到不同环，按较外环计分。

3. 10 秒结束时机器人须保持稳定至少 2 秒，方可确认成绩。

4. 裁判评价：5 分（自主评分项），由同 1 名评分裁判按本章统一评价表评分并写明理由。

10 秒内最外单足落点所在区域	**半径 r**	**得分**
两足均在中心环内	r≤0.35 米	15 分
至少一足进入第二环，且无足越过外边缘	0.35 米 < r≤0.55 米	11 分
至少一足进入第三环，且无足越过外边缘	0.55 米 < r≤0.75 米	7 分
至少一足进入第四环，且无足越过外边缘	0.75 米 < r≤1.00 米	3 分
任一足落点越出评分靶、摔倒或人工接触	r > 1.00 米	0 分

（二）3 米直线行走：20 分

操作限制：从计时开始至两足全部越过终点线前，操作手只允许使用前进摇杆控制机器人。机器人自身控制模型可自动保持方向，但操作手不得使用后退、左右转向、横移或模式切换修正路线。越线后可下达停止指令；违规使用其他运动控制输入，本项目记 0 分，急停操作不计违规。

安全绳要求：比赛全程安全绳须保持放松，不得为机器人提供牵引、承重或定位。安全员以肉眼可见拉直并产生拉力作为紧绷判定；出现一次紧绷扣 1 分，若安全绳持续紧绷或明显辅助机器人，该项目成绩记 0 分。

本项目由完成时间、直线颜色分区和裁判现场评价三部分组成。

1. 两足足端未全部完全越过终点线，或越过终点 2 秒内摔倒的，分区分为 0 分。

2. 裁判评价：5 分（自主评分项），由同 1 名评分裁判按本章统一评价表评分并写明理由。

1. 完成时间：10 分

有效完成时间 t	得分
t≤5.0 秒	10 分
5.0 秒 < t≤10.0 秒	8 分
10.0 秒 < t≤15.0 秒	6 分
15.0 秒 < t≤20.0 秒	4 分
20.0 秒 < t≤25.0 秒	2 分
25.0 秒 < t≤30.0 秒	1 分
t > 30.0 秒、未完成或成绩无效	0 分

2. 直线颜色分区：5 分

评分裁判在赛道外侧连续观察机器人从起点到终点的全过程。以两足中到达过最外颜色区的一只足作为判定依据；进入更外区域后，即使返回内侧，成绩仍按最外区域计分。两足处于不同区域时，按较外区域计分。

全过程两足到达过的最外区域	得分
绿色核心区：两足均未离开绿色区	5 分
蓝色缓冲区：至少一足进入蓝色区，但未进入黄色区	3 分
黄色警示区：至少一足进入黄色区，但未越出赛道	1 分
红色零分区：任一只足完全越出 1.50 米赛道	0 分

（三）5°上、下坡综合通行：20 分

安全绳要求：比赛全程安全绳须保持放松，不得为机器人提供牵引、承重或定位。安全员以肉眼可见拉直并产生拉力作为紧绷判定；出现一次紧绷扣 1 分，若安全绳持续紧绷或明显辅助机器人，该项目成绩记 0 分。

1. 两足足端未全部完全越过终点线，或越过终点 2 秒内摔倒的，记为为 0 分。

2. 裁判评价：5 分（自主评分项），由同 1 名评分裁判按本章统一评价表评分并写明理由。

1. 有效通行时间：15 分

有效完成时间 t	得分
t≤8.0 秒	15 分
8.0 秒 < t≤12.0 秒	13 分
12.0 秒 < t≤16.0 秒	11 分
16.0 秒 < t≤20.0 秒	9 分
20.0 秒 < t≤24.0 秒	7 分
24.0 秒 < t≤28.0 秒	4 分
28.0 秒 < t≤32.0 秒	2 分
t > 32.0 秒、未完成或成绩无效	0 分

裁判评价：5 分（自主评分项），由同 1 名评分裁判按本章统一评价表评分并写明理由。

六、作品文档评分：20 分

本次不涉及代码修改，不评分代码阅读、代码编写、代码篇幅或算法结构改造。作品文档只围绕三项核心内容展开：一是关键参数的作用、调整方向、相互影响及取舍依据；二是试训步骤、变量控制、重复次数和训练记录；三是调参前后效果对比、失败案例、模型与参数版本、复现条件及安全限制。所有结论应有训练记录、现场数据或视频证据支持。

评分项	分值	优秀（满分档）	合格（中档）	不足（低档）
参数理解与调整依据	6 分	准确说明关键参数的作用、调整方向、合理范围和相互影响，关键调整均有训练或实测依据	能列出主要参数及调整值，但作用解释或验证依据不完整	只列参数数值，不能说明参数作用和调整理由
训练与实验记录	7 分	试训步骤清楚，变量控制、重复次数、日志或曲线及对照实验完整	有基本试训记录和结果，但变量控制、对照或复现信息不足	仅给最终结果，无训练过程或无法复核

评分项	分值	优秀（满分档）	合格（中档）	不足（低档）
调参效果与证据	7 分	有调参前后数据或视频，指标明确，能分析失败案例、边界条件、泛化变化和现场差异	有效果展示和一般分析，但数据、失败案例或现场差异说明不足	仅展示成功视频，无客观比较、失败分析或可复现信息

七、现场答辩评分：20 分

每队陈述 3 分钟、问答 2 分钟。答辩不进行代码阅读或代码编写测试，只考核三项内容：参数理解与调参逻辑、训练效果与证据、现场问答与记录一致性。责任评委应围绕参数选择、试训记录、现场表现和数据证据提问，不得涉及与作品无关的商业秘密或队伍隐私。

评分项	分值	评分要点
参数理解与调参逻辑	8 分	能说明关键参数的作用、调整方向、相互影响及取舍，并能根据现场问题定位相关参数
训练效果与证据	7 分	能用训练记录、曲线、视频或对比数据说明调参前后效果，区分真实改进与偶然表现
问答与现场一致性	5 分	回答与文档、训练记录和现场表现一致，能准确说明差异及后续调整方向

答辩评分由 1 名责任评委按评分表独立完成，须写明评分理由。责任评委不得因表达风格、口才或个人偏好对技术内容作与事实不符的评价。