

2016 中国工程机器人大赛暨国际公开赛 (RoboWork)

双足竞步机器人

比赛规则

适用： 1. 本科院校组 2. 职业院校组

2016 年 1 月版本

工程赛官网：www.robotmatch.cn

工程赛官方邮箱：robotatwork@163.com

工程机器人（教师 QQ 群）： 259386217

工程机器人（学生 QQ 群）： 314935820

比赛简介

比赛目的

设计一个小型双足竞步机器人，模仿体育运动的田径比赛项目，在比赛场地内完成规则要求的双足竞步机器人比赛任务。比赛成绩取决于机器人行进的速度，比赛排名由机器人通过的路段长度和走过这一路段所用时间确定。

比赛项目及任务

一、比赛项目 双足竞步机器人比赛

(一) 本科院校组

1. 单电机竞步赛
2. 窄足赛
3. 交叉足赛

(二) 职业院校组

1. 单电机竞步赛
2. 窄足赛
3. 交叉足赛

重点变化：

1. 双足竞步机器人比赛，增加一项“单电机竞步赛”赛项，主要约束条件是单个电机、整体尺寸、单足尺寸（不超过 70mm × 110mm）和供电电压（不超过 3.7V）；
2. 比赛场地增大到 6 米长、1 米宽，是两个组别（本科院校组、职业院校组）三种比赛项目（单电机竞步赛、窄足赛、交叉足赛）的共同使用的比赛场地；
3. 窄足赛、交叉足赛，要求两次翻跟斗的动作过程必须在起跑线和两米线（与起跑线相距 2 米的一根平行线）之间完成。
4. 上场比赛前，组织测查规则要求的机器人各项尺寸和“单电机竞步赛”要求的供电电压等项指标。

二、比赛任务

1. **双足竞步机器人比赛单电机竞步赛：**在比赛场地上，小型单电机竞步机器人，以双足步行方式移动，从起跑线出发，通过一个长方形比赛区域，完成比赛规则要求的动作，快速走过终点线。
2. **双足竞步机器人比赛窄足赛：**在比赛场地上，小型窄足机器人，以双足步行方式移动，从起跑线出发，通过一个长方形比赛区域，完成比赛规则要求的动作，快速走过终点线。
3. **双足竞步机器人比赛交叉足赛：**在比赛场地上，小型交叉足机器人，以双足步行方式移动，从起跑线出发，通过一个长方形比赛区域，完成比赛规则要求的动作，快速走过终点线。

比赛规则

规则一 比赛场地(场地尺寸有重要变化)

比赛场地	
场地使用	<p>下列比赛项目使用：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 双足竞步机器人比赛单电机竞步赛(本科院校组) 2. 双足竞步机器人比赛窄足赛(本科院校组) 3. 双足竞步机器人比赛交叉足赛(本科院校组) 4. 双足竞步机器人比赛单电机竞步赛(职业院校组) 5. 双足竞步机器人比赛窄足赛(职业院校组) 6. 双足竞步机器人比赛交叉足赛(职业院校组)
场地图纸	<p style="text-align: center;">图 1 场地尺寸 (6000mm×1000mm)</p>
场地尺寸	<ol style="list-style-type: none"> 1. 场地为长方形(在水平地面上,将3张白色实木颗粒板沿短边对齐拼接而成),长×宽为7320mm×1220mm。 2. 比赛区域为长方形,由边线、起跑线和终点线构成,详见场地图纸。场地尺寸为6000mm×1000mm。
场地材质	<ol style="list-style-type: none"> 1. 场地制作使用2440×1220×18mm的白色实木颗粒板。 2. 场地边线、起跑线和终点线使用16mm宽黑色防水电工绝缘胶带。
场地标识	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使用16mm宽黑色防水电工绝缘胶带,在7320mm×3660mm的白色实木颗粒板上,按场地图纸居中对称标识比赛区域。
制作方法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建议到当地建材市场购买2440×1220×18mm的白色实木颗粒板; 2. 将3张白色实木颗粒板短边贴缝平放在平地上,四周加装100mm的护栏,拼接并固定构成比赛场地(场地上表面板间有缝隙); 3. 使用16mm宽黑色防水电工绝缘胶带,按照场地图纸标识尺寸,帖出边线、起跑线和终点线。 4. 在赛道的左右“边线”外侧,标识出与起跑线相隔距离的相对值,用于帮助认定和记录“机器人走过的距离”。
比赛场地	<ol style="list-style-type: none"> 1. 比赛场地以承办方提供的实际场地为准; 2. 参赛机器人必须适应承办方提供的比赛场地。
重要变化	<ol style="list-style-type: none"> 1. 比赛场地尺寸为6000mm×1000mm。即比赛场地的长度增加到6米,宽度增加到1米。

规则二 单电机竞步赛

机器人结构与制作	
机器人结构	<ol style="list-style-type: none"> 1. 单电机竞步机器人，采用单电机驱动（供电电压 3.7V），只有双足结构，要求以双足直立行走方式移动； 2. 机器人区分正面和背面，要求以箭头指向标识出机器人的正面。
机器人规格	<ol style="list-style-type: none"> 1. 机器人整体尺寸不超过（长）150mm×（宽）110mm×（高）200mm。规定机器人前进方向为其宽度方向，机器人正面往前、立正姿势站立时，正对机器人看去，左右为长度方向，前后为宽度方向，上下为高度方向； 2. 机器人单足尺寸不超过（长）70mm ×（宽）110mm。规定机器人正面往前、立正姿势站立时，正视机器人单足看去，左右为长度方向，前后为宽度方向； 3. 机器人整体重量不超过 500g； 4. 机器人供电电压不超过 3.7V。
机器人制作	<ol style="list-style-type: none"> 1. 机器人使用 1 个舵机和 1 个舵控板制作完成，要求自主式脱线控制； 2. 机器人各个关节之间的连接件是刚性体，不允许使用弹性连接件； 3. 参赛机器人可以是参赛队自主设计和手工制作的机器人，也可以是参赛队购买套件组装调试的机器人。即允许这两种情况的机器人同场比赛。
禁止事项	<ol style="list-style-type: none"> 1. 禁止使用传感器以帮助机器人导航； 2. 禁止使用弹性连接件以便于助力行走。
比赛计分标准	
比赛时间	<ol style="list-style-type: none"> 1. 规定比赛时间≤5 分钟；
比赛过程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 机器人站在起跑线后，裁判发令比赛开始，参赛队员启动机器人。机器人采用双足直立行走方式，快速向前走向终点线。
完成赛程 比赛成绩	<ol style="list-style-type: none"> 1. 机器人站在起跑线后，裁判发令计时开始，启动机器人。机器人双足都跨过终点线，计时结束，同时记录比赛时间。比赛时间越短，则排名越靠前。
未完成赛程 比赛成绩	<ol style="list-style-type: none"> 1. 比赛过程中出现下列情况之一，结束比赛，记录“机器人走过的距离”和“走过这段距离所用的时间”，作为没有完成赛程的队伍比赛成绩的排名依据。 <ol style="list-style-type: none"> (1) 比赛过程中，机器人的某一只单足压线； (2) 比赛过程中，机器人的某一只单足出界； (3) 机器人行走时跌倒，自主方式爬不起来； (4) 在比赛过程中，机器人出现在原地不动的情况，停止时间超过 10 秒； (5) 比赛时间超过规定的最长比赛时间； (6) 裁判认定的其它结束比赛情况。 2. “机器人走过的距离”，是指结束比赛时机器人接触地面部位离起跑线最近点到起跑线的垂直距离。发生出界情况时，踏出赛道边线的那只单足垂直投射到赛道边线上的投影面离起跑线最近点到起跑线的垂直距离，是出界时“机器人走过的距离”。 3. 在 6000mm 赛道的两条边线外侧，以 100mm 为间隔，分别标识出与起跑线的距离数值，即 0(起跑线)、100mm、200mm、300mm、……、5800mm、5900mm、6000mm（终点线）。用于帮助认定和记录“机器人走过的距离”。

继续比赛	<ol style="list-style-type: none"> 1. 比赛过程中出现下列情况之一，可继续比赛，不影响比赛成绩。 (1) 行进过程中，机器人倒地，在没有出界的情况下，可自主爬起继续参加比赛； (2) 裁判认定的其它可以继续比赛情况。
中止比赛	<ol style="list-style-type: none"> 1. 比赛过程中出现下列情况之一，中止比赛，不计成绩。即比赛成绩计 0 分。 (1) 裁判发令后，机器人在 10 秒内没有启动； (2) 在行进过程中，机器人明显使用非双足直立行走方式行进； (3) 在比赛过程中，参赛队员触碰到机器人； (4) 裁判认定的其它违规情况。
压线	1. 压线：行进过程中，机器人单足部分压上赛道边线，认定为压线。
出界	1. 出界：行进过程中，机器人单足整体踏出赛道边线，认定为出界。
重要提示	
变化提示	<ol style="list-style-type: none"> 1. 规则中明确指出“比赛过程中机器人一直是往前走的”； 2. 规则中明确指出“禁止使用传感器”； 3. 规则中明确指出“禁止使用弹性连接件”。
赛前检查	
检查内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 目测检查：单电机结构； 2. 整体尺寸：不超过（长）150mm×（宽）110mm×（高）200mm； 3. 单足尺寸：不超过（长）70mm ×（宽）110mm； 4. 整体重量：不超过 500g； 5. 供电电压：不超过 3.7V； 6. 其它检查：裁判认定需要检查的其它指标。

规则三 窄足赛、交叉足赛

机器人结构与制作	
机器人结构	<ol style="list-style-type: none"> 1. 只有双足结构，要求以双足直立行走方式移动； 2. 机器人区分正面和背面，要求以箭头指向标识出机器人的正面。
机器人规格	<ol style="list-style-type: none"> 1. 机器人整体尺寸不超过（长）250mm×（宽）200mm×（高）300mm。规定机器人前进方向为其宽度方向，机器人正面往前、立正姿势站立（如下图所示）时，正对机器人看去，左右为长度方向，前后为宽度方向，上下为高度方向； 2. 机器人头部尺寸不超过（长）250mm×（宽）120mm。规定机器人正面往前、立正姿势站立（如下图所示）时，正视机器人头部看去，左右为长度方向，前后为宽度方向； 3. 机器人单足尺寸不超过（长）150mm ×（宽）200mm。规定机器人正面往前、立正姿势站立（如下图所示）时，正视机器人单足看去，左右为长度方向，前后为宽度方向； 4. 机器人整体重量不超过 2 Kg。

机器人制作	<ol style="list-style-type: none"> 1. 机器人使用不多于 6 个舵机和 1 个舵控板制作完成，要求自主式脱线控制； 2. 机器人各个关节之间的连接件是刚性体，不允许使用弹性连接件； 3. 参赛机器人可以是参赛队自主设计和手工制作的机器人，也可以是参赛队购买套件组装调试的机器人。即允许这两种情况的机器人同场比赛。
窄足机器人图片	<ol style="list-style-type: none"> 1. 窄足机器人的足部结构、关节构造，如下图所示。机器人由与脚底板相邻的舵机控制机器人的重心左右移动来实现前进，与脚底板相连的舵机平放在脚底板上，舵机的扭力输出轴与前进方向平行。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div> <p style="text-align: center;">图 2 窄足机器人样机图片</p>
交叉足机器人图片	<ol style="list-style-type: none"> 1. 交叉足机器人的足部结构、关节构造，如下图所示。机器人由与脚底板上部的舵机控制机器人关节的前后摆动来实现前进，与脚底板相连的舵机平放在脚底板上，舵机的扭力输出轴与前进方向垂直。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div> <p style="text-align: center;">图 3 交叉足机器人样机图片</p>
禁止事项	<ol style="list-style-type: none"> 1. 禁止使用传感器以帮助机器人导航； 2. 禁止使用弹性连接件以便于助力行走。
比赛计分标准	
比赛时间	<ol style="list-style-type: none"> 1. 规定比赛时间\leq4 分钟；

动作次序	<p>1. 机器人站在起跑线后，裁判发令计时开始，启动机器人，比赛开始。机器人先向前走 5 步、立正；接着卧下、向前翻跟斗 5 次、起立；再向前走 5 步、立正；然后卧下（身体向后）、向后翻跟斗 5 次、起立；最后快速向前走向终点线。</p> <p>2. 不按指定动作次序运行的机器人，将按次序偏差的次数扣分。每出现一次次序偏差，就在记录的比赛时间上附加 10 秒。</p> <p>3. 要求两次翻跟斗的动作过程必须在起跑线和两米线（与起跑线相距 2 米的一根平行线）之间完成。否则，在记录的比赛时间上附加 10 秒。</p>
比赛过程四个阶段	<p>1. 未完成赛程时，中止比赛的机器人可能位于下列四个阶段中的任何一个阶段。这时，就会出现完成“阶段 2”的机器人比完成“阶段 1”的机器人距离短的情况。因此，有必要区分机器人是在哪个阶段中止比赛的。</p> <p>2. 比赛过程四个阶段</p> <p>(1) 阶段 1：即前翻阶段。向前走 5 步，向前翻跟斗 5 次，再向前走 5 步；</p> <p>(2) 阶段 2：即后翻阶段。向后翻跟斗 5 次；</p> <p>(3) 阶段 3：即前行阶段。向终点线走去；</p> <p>(4) 阶段 4：即全程。到达终点线，完成全程。</p> <p>3. 比赛成绩排名：按阶段 4、3、2、1 的顺序依次排名。</p>
完成赛程比赛成绩	<p>1. 机器人站在起跑线后，裁判发令计时开始，启动机器人。机器人双足都跨过终点线，计时结束，同时记录比赛时间。比赛时间越短，则排名越靠前。</p>
未完成赛程比赛成绩	<p>1. 比赛过程中出现下列情况之一，结束比赛，记录“机器人走过的距离”和“走过这段距离所用的时间”，作为没有完成赛程的队伍比赛成绩的排名依据。</p> <p>(1) 比赛过程中，机器人的某一只单足压线；</p> <p>(2) 比赛过程中，机器人的某一只单足出界；</p> <p>(3) 机器人行走时跌倒，自主方式爬不起来；</p> <p>(4) 在比赛过程中，机器人出现在原地不动的情况，停止时间超过 10 秒；</p> <p>(5) 比赛时间超过规定的最长比赛时间；</p> <p>(6) 裁判认定的其它结束比赛情况。</p> <p>2. “机器人走过的距离”，是指结束比赛时机器人接触地面部位离起跑线最近点到起跑线的垂直距离。发生出界情况时，踏出赛道边线的那只单足垂直投射到赛道边线上的投影面离起跑线最近点到起跑线的垂直距离，是出界时“机器人走过的距离”。</p> <p>3. 在 6000mm 赛道的两条边线外侧，以 100mm 为间隔，分别标识出与起跑线的距离数值，即 0（起跑线）、100mm、200mm、300mm、……、5800mm、5900mm、6000mm（终点线）。用于帮助认定和记录“机器人走过的距离”。</p>
继续比赛	<p>1. 比赛过程中出现下列情况之一，可继续比赛，不影响比赛成绩。</p> <p>(1) 行进过程中，机器人倒地，在没有出界的情况下，可自主爬起继续进行比赛；</p> <p>(2) 裁判认定的其它可以继续比赛情况。</p>
中止比赛	<p>1. 比赛过程中出现下列情况之一，中止比赛，不计成绩。即比赛成绩计 0 分。</p> <p>(1) 裁判发令后，机器人在 10 秒内没有启动；</p> <p>(2) 在行进过程中，机器人明显使用非双足直立行走方式行进；</p> <p>(3) 在比赛过程中，参赛队员触碰到机器人；</p> <p>(4) 裁判认定的其它违规情况。</p>
压线	<p>1. 压线：行进过程中，机器人单足部分压上赛道边线，认定为压线。</p>
出界	<p>1. 出界：行进过程中，机器人单足整体踏出赛道边线，认定为出界。</p>

重点提醒	
重要提示	<ol style="list-style-type: none"> 1. 规则中指出“比赛过程的四个阶段”; 2. 规则中指出“禁止使用传感器”; 3. 规则中指出“禁止使用弹性连接件”。 4. 要求两次翻跟斗的动作过程必须在起跑线和两米线（与起跑线相距 2 米的一根平行线）之间完成。否则，在记录的比赛时间上附加 10 秒。
重点变化	<ol style="list-style-type: none"> 1. 双足竞步机器人比赛，增加一项“单电机竞步赛”赛项，主要约束条件是单个电机、整体尺寸、单足尺寸（不超过 70mm × 110mm）和供电电压（不超过 3.7V）; 2. 比赛场地增大到 6 米长、1 米宽，是两个组别（本科院校组、职业院校组）三种比赛项目（单电机竞步赛、窄足赛、交叉足赛）的共同使用的比赛场地; 3. 窄足赛、交叉足赛，要求两次翻跟斗的动作过程必须在起跑线和两米线（与起跑线相距 2 米的一根平行线）之间完成。 4. 上场比赛前，组织测查规则要求的机器人各项尺寸和“单电机竞步赛”要求的供电电压等项指标。
赛前检查	
检查内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 目测检查：机器人的足部结构、关节构造; 2. 整体尺寸：不超过（长）250mm×（宽）200mm×（高）300mm; 3. 头部尺寸：不超过（长）250mm×（宽）120mm; 4. 单足尺寸：不超过（长）150mm ×（宽）200mm; 5. 整体重量：不超过 2 Kg; 6. 其它检查：裁判认定需要检查的其它指标。

规则四 机器人数量

1. 每支参赛队使用 1 个机器人参加比赛。比赛前，各个参赛队需要对机器人进行登记并粘贴标识。
2. 同一个机器人只能代表一支队伍参加比赛。
3. 违背比赛规则的机器人，取消上场资格。

规则五 裁判工作

1. 由竞赛组委会邀请裁判执行场地比赛裁判工作，裁判在比赛过程中所作的裁决将为比赛权威判定结果。
2. 裁判责任：执行比赛的所有规则。核对参赛队伍的资质。审定比赛场地、机器人等是否符合比赛要求。监督比赛的犯规现象。记录比赛的成绩和时间。

规则六 比赛进程

1. 比赛过程：参赛队以报名注册顺序决定比赛出场顺序，赛制通常采用一轮比赛、2 次上场机会或由于参赛队伍数量偏多组委会现场宣布采用一轮比赛、一次上场机会。
2. 比赛成绩排序：完成赛程的参赛队以比赛时间由小到大依次排序。随后，没有完成赛程的参赛队以机器人走过的路程由大到小排序，当路程相等时以对应的比赛时间由小到大排序。若出现最终成绩一样的参赛队，则这些参赛队加赛一场。