

2021 中国机器人大赛专项预选赛比赛规则

工程竞技类 人形机器人竞技全能赛

2021 中国机器人大赛工程竞技赛项技术委员会

2021 年 5 月 20 日

目录

一、项目简介	3
二、技术委员会与组织委员会	3
三、资格认证要求	4
四、技术与竞赛组织讨论群	4
五、赛事规则要求	4
5.1 参赛队伍要求	4
5.2 技术认证要求	4
5.2 比赛时间	4
5.3 比赛过程	5
六、比赛场地及器材	6
6.1 场地尺寸	6
6.2 场地材质	6
6.3 场地标识	6
6.4 场地制作	7
6.5 说明	7
七、机器人要求	8
7.1 竞技体操机器人	8
7.2 仿人竞速机器人	8
八、评分标准	11
8.1 体操机器人评分规则（100 分）	11
8.2 仿人竞速（100 分）	14
8.3 机器人交互（100 分）	15
九、赛程赛制	15
十、附加说明	15

一、项目简介

人形机器人竞技全能赛为体操和竞速机器人的综合赛项，由 1 个仿人竞速机器人和 1 个竞技体操机器人协同完成。体操机器人和竞技机器人同步启动。竞技全能赛体操机器人完成指定动作，在完成所有动作后，进入指定区域。竞速机器人沿赛道行进中需要识别赛道中的二维码，二维码编码和所放位置由参赛队员在比赛开始时抽签确定，竞速机器人通过点对点蓝牙无线通信方式将信息传送给体操机器人，体操机器人完成所有规定动作后，完成二维码编码对应动作，完成交互获得交互分数，项目分数由两个机器人共同表现按得分规则确定。

二、技术委员会与组织委员会

- 1、技术委员会：

裴 东	西北师范大学
金大海	西安工程大学
袁 飞	广东技术师范大学
张海涛	陆军工程学院
林 华	福州大学
高育鹏	空军工程学院
王少坤	西北农林科技大学
邢绍邦	江苏理工学院
- 2、组织委员会：

支双双	西安工程大学
张津京	西北师范大学
赵 玮	陆军工程大学
姚兴辉	兰州城市学院

三、资格认证要求

参阅“2020 中国机器人大赛工程竞技项目参赛队伍资格认证”。

四、技术与竞赛组织讨论群

为更好的与各参赛队进行交流和沟通，以及进行技术讨论，特建立工程竞技项目技术交流 QQ 群，群号码：931987142，请各参赛人员自行加入。每个参赛队伍确保一个人在群里即可，入群人员不要使用昵称，应以“项目名称+学校+队伍名称”方式命名，以便出现问题能及时给大家反馈。

五、赛事规则要求

5.1 参赛队伍要求

参考大赛组委会对同一单位报名队伍数量限制要求。

5.2 技术认证要求

所有比赛队伍，必须提供“2021 中国机器人大赛工程竞技项目参赛队伍资格认证”，并按要求发送到指定邮箱中，由技术委员会用于进行技术认证。

5.2 比赛时间

准备时间 ≤ 1 分钟；

体操机器人比赛时间 ≤ 3 分钟，计时起点为裁判发出“开始”口令。

仿人竞速机器人比赛时间 ≤ 4 分钟，计时起点为裁判发出“开始”口令。

注意：准备时间计算起点是从裁判给参赛上场队员指示并得到明确回应后开始

计算，如参赛队员在裁判连续三次给出指示后不做回应，则裁判可以自行开始准备时间的计时。

5.3 比赛过程

1. **赛前检录：**所有参赛队伍上交机器人，放在指定区域。在上交机器人显著位置粘贴标识，标识格式为：学校 + 队名。

2. **参赛队员入场：**入场正式开赛时，裁判示意参赛人员进入比赛场地，进入场地人员数 ≤ 2 人。参赛人员进入场地后，需要首先介绍自己机器人对规则的执行情况，同时由裁判核对比赛人员及参赛机器人，**检查两个机器人之间的交互方式是否为一对一蓝牙通信。**

3. **互动抽签：**参赛队员从 001-007 七张二维码中抽取一张互动的动作二维码，并抽取二维码所设置的位置。

4. **比赛准备：**参赛队员举手并口头示意裁判，得到裁判回应后参赛队员开始准备，裁判开始计时。准备时间 ≤ 1 分钟。

4. **正式开始比赛：**裁判示意参赛队员，开始比赛，得到参赛队员回应后，裁判发布“开始”指令，参赛队员吹哨并按照规定启动参赛机器人（哨子由参赛队自备），计时以哨音为准。

5. **成绩确认并签名：**每队比赛结束时，参赛队员确认成绩，并签名。

注意：参赛选手必须按照竞赛时间到达赛场，并按照赛场人员的安排参加竞赛。迟到 5 分钟以上按自动弃权处理，不计成绩。

六、比赛场地及器材

6.1 场地尺寸

1. 场地为 $3660\text{mm} \times 2440\text{mm}$ 的长方形区域；
2. 仿人竞速机器人赛道为环形，赛道全长 7276mm ；赛道宽度 350mm 。

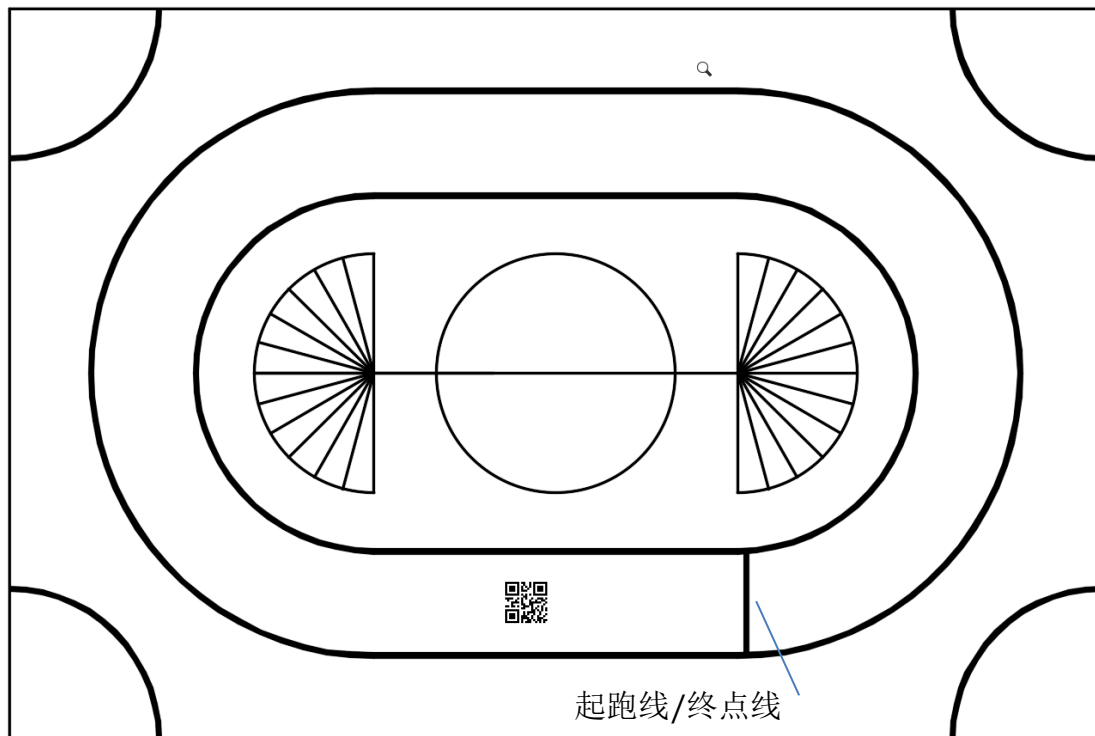


图 1 场地示意图（按提供 CAD 图按照 1:1 进行打印）

6.2 场地材质

场地制作使用 3 张 $1220\text{mm} \times 2440\text{mm}$ ，厚 18mm 的白色实木颗粒板。

6.3 场地标识

1. 场地中心线上打印的扇形辐射线为角度 15° 间隔的为测量机器人所在位置的辅助线。
2. 弯道内边线 and 外边线的圆周半径分别为 595mm 和 945mm 。
3. 在赛道中间随机摆设 1 个二维码，对应码为 001 到 007，分别对应 7 个规定

的互动动作序号，二维码尺寸为 5cm*5cm 正方形。如 001 二维码为：



4. 二维码设置的位置包括距离起跑线 50cm、60cm、70cm、80cm 四个位置，该位置由参赛队员在比赛开始的时候抽签确定。

6.4 场地制作

1. 建议到当地建材市场购买 2440mm×1220mm，厚 18mm 的白色实木颗粒板；
2. 将 3 张白色实木颗粒板长边贴缝平放在平地上，拼接并固定构成比赛场地（场地上表面板间缝隙不能用任何东西加固，以保证场地的平整度）；
3. 将下载好的图纸电子档（PDF 文件），通过计算机黑白喷绘在亚光 PVC 膜纸上，完成图纸制作；
4. 二维码为在一个 5cm*5cm 在亚光 PVC 膜纸上黑白喷绘而成，二维码比赛开始时由参赛队员从 001-007 随机抽取，二维码所处位置也由参赛队员在比赛开始时抽签确定，二维码设置的位置包括距离起跑线 50cm、60cm、70cm、80cm 四个位置，二维码比赛时用透明胶带粘贴到场地 PVC 膜纸上。

6.5 说明

1. 比赛场地以承办方提供的为准；
2. 参赛机器人必须适应承办方提供的比赛场地。

七、机器人要求

每支参赛队使用 1 个仿人竞速机器人和 1 个竞技体操机器人参加比赛。比赛前，各参赛队需要对机器人进行登记并粘贴标识，标识内容为“学校+参赛队伍名”。标识用标签纸粘贴于明显可见的部分。**标签纸自备。**

为使各参赛队能在同一个平台上进行公平比赛，对参赛使用机器人做如下要求：

7.1 竞技体操机器人

（一）机器人结构

1. 参赛机器人必须有明显的头、手臂、躯干和双足等部分，与人体的结构比例相协调。机器人腰部以下要大于总高度的一半；

2. 机器人自由度 ≤ 16 。（可行走）

（二）机器人规格

1. 机器人尺寸不超过（长）300mm \times （宽）200mm \times （高）450mm，规定机器人正面往前、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）80mm \times （宽）150mm；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. 机器人重量不超过 4Kg。

（三）机器人制作

1. 用不多于 14 个舵机和 1 个控制板制作完成，要求自主式脱线控制；

2. 参赛机器人可以是参赛队自主设计和加工制作的机器人，也可以是参赛队购买套件组装调试的机器人。

7.2 仿人竞速机器人

（一）仿人竞速机器人结构

1. 机器人必须有明显头、手臂、躯干和双足等部分，与人体的结构比例相协调。

2. 要求机器人整体自由度 ≥ 13 ；头部有 1 个自由度，单臂至少有 2 个自由度，

有明显的摆头和摆臂动作。

3. 要求机器人单腿应有 ≥ 3 个自由度用于前后弯曲，至少有 1 个竖直自由度（舵机转动轴指向地面）用于改变机器人的前进方向，竖直自由度可安装在机器人腿部任何位置。

4. 膝关节自由度离相邻用于前后弯曲的自由度的距离比值约为 1:1，行走时，腿部膝关节要有明显弯曲动作。

5. 机器人双足结构是类人的，要求双足必须符合人脚形状、单足形状是近似矩形的平底脚板。当机器人站立时，从上面看，a) 机器人单足（单足指机器人单足脚底板和其上安装的辅助器件）投影位于[长]150mm×[宽]100mm 的矩形区域内；b) 两脚底板最外沿连线不重合。

6. 机器人主体结构上，用于固定传感器的位置离传感器的最远距离不超过 25mm。

（二）机器人制作

1. 参赛机器人可在规则允许范围内，自选多种传感器模块或自制传感器电路来对机器人行走过程进行精确控制；

2. 参赛机器人主要硬件电路部分（含主控电路和舵机驱动电路部分）必须为自主设计与制作。

3. 参赛机器人机械结构可以是参赛队购买套件组装或自主设计制作。

4. 需要安装蓝牙模块，实现与竞技体操机器人的一对一通信，实现接力信息交互。

（三）机器人控制

1. 机器人依靠搭载在机器人本体的微控制器、传感器等来感知周围环境，独立自主的行走，不允许采用有线和各类无线控制；

2. 机器人的控制程序，必须在上场比赛前一次写入，比赛期间不允许改写程序。裁判员必要时可要求进行重启检查。

3. 机器人比赛过程中，不允许更换电池。

（四）机器人行走

1. 机器人的双腿协调配合双足行走，并有明显的摇头和摆臂动作；

2. 机器人的双足行走，采用双足直立步行方式，禁止以蹲姿（指从侧身看去机器人腿部各关节之间打开幅度有小于 120° 的情况）方式步行；
3. 机器人的行走步速，要求机器人匀步速行进，禁止以多步子快跑、暂停时判断的方式行进；
4. 要求机器人依靠搭载在机器人本体的电池供电，禁止依靠外部电源供电。

八、评分标准

比赛得分共 100 分，由三部分构成，分别为体操机器人任务完成分数 35 分、仿人竞速机器人任务完成分数 50 分和机器人交互协作分数 15 分。

每个部分总分为 100 分，折合计入总分。

总分 = 竞技体操机器人名次 × 35% + 交互分数 × 15% + 仿人竞速机器人分数 × 50%

仿人竞速机器人分数按下式计算：

$$\begin{cases} \text{分数} = \frac{t_{\max} - t}{t_{\max} - t_{\min}} \times 40 + 60, & \text{完成全程机器人} \\ \text{分数} = \frac{S}{S_L} \times 60, & \text{未完成全程机器人} \end{cases}$$

式中 S_L 为跑道总长， S 为机器人实际行走距离。

注：对于可能获取冠亚季军的队伍中，如若出现总分和时间完全相同的情况，可以由当值裁判加赛一场进行区分；其他情况名次按仿人竞速机器人实际得分排序。

8.1 体操机器人评分规则（100 分）

（一）比赛时间

准备时间 ≤ 1 分钟；比赛时间 ≤ 4 分钟。

（二）比赛过程

按顺序完成以下动作：

- 1、开始动作：从场地出发区打开开关，机器人以自主行走方式进入赛道内圈。进入后，双手贴身直立、向前鞠躬，挥手示意；
- 2、翻滚动作：前滚翻（向前 360°）、后滚翻（向后 360°）；
- 3、俯卧撑：单左手俯卧撑、单右手俯卧撑、双手俯卧撑；
- 4、侧身翻：左侧身翻 360°、右侧身翻 360°；
- 5、倒立动作：倒立并腿、倒立劈叉（倒立状态双腿成 180°）；
- 6、1 个自选动作；
- 7、1 个创意动作；
- 8、结束动作：机器人返回内圈以里，双手贴身直立、向前鞠躬，挥手示意。

9、互动动作，交互动作编码如表 8-3 所示。（体操机器人依据仿人竞速机器人传回所识别二维码信息做一个对应互动动作。）

机器人每做完一个组合动作，参赛队员向裁判说明动作名称。赛前检录上交机器人，每队有两次机会，中间不得做任何程序调整。

（三）计分规则

比赛分基本动作、自选动作和创意动作。基本动作是必做动作，如比赛过程的 1-5 所述。自选动作在自选动作表 8-2 中选择，每个基本分为 10 分，具体得分需要乘难度系数，方为自选动作最后得分。

比赛在答辩和资料审核环节还有加分项和扣分项，评委根据提问和回答情况对作品进行加减分。评委对选手的作品进行询问，该环节主要核实技术报告、视频和作品的一致性、真实性、有效性，如果涉嫌造假，或作品非本人制作，将影响前期得分。此项中主要考察①机械结构是否为自主设计，若能够提供计算机设计文件，则视为自主设计，非独立设计则在原分数上减 10 分。②作品机械结构是否为自主制作，若果能提供自主制作视频，评委根据自主制作程度加 0-10 分。③电路是否为自主设计制作，如果能提供电路原理图、PCB 版图（印刷线路板上写队名），元器件清单，则视为独立设计，能提供自主焊接视频视为自主制作，加 0-10 分。④控制电路是否为自主编程，若能提供源程序，评委根据编程水平进行加分，0-10 分。

表 8-1 基本动作得分标准

动作名称	分数	打分说明
类人程度	10	建议比赛完成 3-6 组体操机器人现场比赛演示后，由裁判组商议确定具体评分操作标准。
开始动作	10	
翻滚动作	10	
俯卧撑	15	
侧身翻	15	
自选动作（1 个）	20	
创意动作	25	
结束动作	5	

表 8-2 自选动作（动作与第八套广播体操相同）

序号	动作名称	难度系数
1	原地踏步	1
2	伸展运动	0.7
3	扩胸运动	0.6
4	踢腿运动	1
5	体侧运动	0.8
6	全身运动	1
7	跳跃运动	0.7
8	整理运动	0.6

表 8-3 交互动作编码

序号	动作名称
1	单左手俯卧撑
2	单右手俯卧撑
3	双手俯卧撑
4	左侧身翻 360°
5	右侧身翻 360°
6	倒立并腿
7	倒立劈叉

（四）体操机器人未完成比赛情况

体操机器人比赛过程中出现下列情况之一，结束比赛。

1. 比赛时间超过规定的比赛时间；
2. 机器人出现在原地不动的情况，或人工干预，时间超过 10 秒无法正常继续比赛的；
3. 裁判发令后，机器人在 10 秒内没有启动；
4. 人工干预时间超过 10 秒；
5. 裁判认定的其它结束比赛情况。

（五）扣分情况

1. 机器人发生摔倒等情况人为干预一次扣 10 分，其间不停止计时；
2. 机器人动作其间接接触外环线及其外部地板时扣 10 分（人工干预拿回不另外扣分）。
3. 体操机器人停止位置在内环线以外，扣 10 分；（可人工干预拿回）

8.2 仿人竞速（100 分）

仿人竞速机器人在收到开始指令后，与体操机器人同步启动，并按逆时针方向前进。仿人竞速机器人单足压上终点线，计时结束，记录仿人竞速机器人行进时间。竞技体操机器人获得分数高，且仿人竞速机器人比赛时间短，则排名靠前。

（一）仿人竞速机器人未完成比赛情况

仿人竞速机器人比赛过程中出现下列情况之一，结束比赛，记录机器人走过距离和比赛进行时间，作为参赛队成绩排名的依据。

1. 比赛时间超过规定的比赛时间；
2. 机器人出界（行进过程中，机器人单足整体踏出赛道边线（内边线或外边线），认定为出界）；
3. 机器人出现在原地不动的情况，且停止时间超过 10 秒；
4. 机器人倒地后不能自主爬起继续参加比赛；
5. 裁判发令后，参赛选手触碰行进中机器人；
6. 裁判发令后，机器人在 10 秒内没有启动；
7. 裁判认定的其它结束比赛情况。

（二）仿人竞速机器人终止比赛情况

比赛过程中仿人竞速机器人出现下列情况之一，终止比赛，判定为违规，不计成绩。

1. 在行进过程中，机器人明显使用非双足直立步行方式行进；
2. 机器人没有自主循线功能，在比赛场地上盲跑；
3. 裁判认定的其它违规情况。

8.3 机器人交互（100 分）

仿人竞速机器人跑道中巡行中，遇到二维码，需要在二维码前 10cm 以内停止大于 3 秒（机器人足部边沿离线最近距离小于 10cm 即可，但足部边沿不能超出二维码起跑线侧的边线），并将所识别动作码传给体操机器人，体操机器人在完成整套动作后（包括结束动作），最后完成识别码对应动作。评分标准：

1. 仿人竞速机器人在二维码前停止 3 秒的得 30 分；
2. 体操机器人最后完整完成识别码对应动作，得 70 分，完成错误动作或者多完成动作不得分；
3. 体操机器人在完成整套动作后（包括结束动作），10 秒钟内未开始识别动作，视为交互失败；
4. 如果仿人竞速机器人未到达二维码点，视为交互失败。
5. 采用非蓝牙技术交互的，视为 0 分；

九、赛程赛制

1. 比赛采用轮次赛赛制，每支参赛队依次上场比赛，比赛顺序以赛前领队会抽签或者技术委员会确定的顺序为准。
2. 每队有两次连续上场机会，最终成绩取最好成绩。
3. 组织委员会可根据参赛具体情况，确定实施赛程。

十、附加说明